Межрегиональное общественное учреждение
“Институт инженерной физики”
(научное, образовательное и производственное учреждение)

В НОМЕРЕ

СРЕДСТВА И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

2 **А.П. Галкин, А. Бадван , М.М. Али Альджарадат, И. Дарахма, С.В. Ярёмченко.** Минимизация маршрутизаторов при обеспечении информационной защиты в сетях

5 **Б.В. Хлопов.** Исследование НЖМД методом визуализации и уточнение условий надежного стирания информации с магнитных носителей

16 **Д.В. Смирнов, И.С. Боридько.** Политика безопасности в субъектно-объектной модели безопасности информации в автоматизированных системах

22 **В.Г. Грибунин, И.А. Игнатенко.** Классификация стеганографических алгоритмов

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ

25 **Б.Ф. Безродный, Е.А. Михеев, А.Н. Пашнев.** Оценка эффективности применения стратегий менеджмента качества

30 **В.Е. Аксёнов.** Оптимизация режима измерений с оптимальным распределением заданного временного ресурса между положениями ГСП для комплексной предстартовой калибровки акселерометров без априорной информации об оцениваемых параметрах

34 **И.В. Ефремова.** Оценка профессиональных рисков на производстве и в образовательных учреждениях

38 **А. К. Бернюков, С.Ю. Коротков.** Спектральный анализ радионавигационных сигналов методом Берга

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

42 **И.А. Никитин.** Формирование и выбор требований к структуре специализированной базы данных и знаний экспертно-информационной системы управления развитием вооружения и военной техники

ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ И ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

47 **В.В. Зеленевский, Ю.В. Зеленевский, Б.М. Наконечный, Е.В. Шмырин.** Статистический анализ воздействия импульсных помех на мягкое декодирование двоичных ФМ сигналов

50 **А.И. Галькевич.** Особенности современного потребителя космической информации как фактор формирования облика космических систем мониторинга

ИНФОРМАЦИОННО-РАСЧЕТНЫЕ СИСТЕМЫ

56 **Д.А. Ловцов, В.А. Цимбал, А.В. Лобан.** Система информационного обеспечения технического регулирования Таможенного Союза

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ

65 **Т.С. Скрипка, Н.А. Куценко, В.Н. Умников.** Сигнификационные умения обучаемых как средство оптимизации психолого-педагогического сопровождения креативности

72 **Т.С. Скрипка.** К вопросу об эволюции научных взглядов на природу креативности

ТЕСТИРОВАНИЕ И СЕРТИФИКАЦИЯ

80 **В.А. Мукминов, Ю.В. Войнов.** Методика оценки реального уровня защищенности АСУ в условиях компьютерных атак

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

86 **И.А. Бугаков, А.А. Лебедев, С.В. Иванушкин.** Беспроводные сенсорные сети в мониторинге чрезвычайных ситуаций

ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ

93 **В.Н. Умников, А.Н. Царьков, М.Г. Заводчикова.** Кластеризация как синергетический модернизационый процесс

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ

97 **М.С.Козлов.** Педагогическое сопровождение инновационной образовательной деятельности в военных вузах

102 **AUTHORS**

103 **СОБЫТИЯ**

Научно-технический журнал
ИЗВЕСТИЯ
Института инженерной физики

Издается с апреля 2006 года
Выходит ежеквартально

Решением
Президиума ВАК включен в
«Перечень ведущих рецензируемых
научных журналов и изданий»

Главный редактор
Алексей Николаевич Царьков
заслуженный деятель науки РФ,
доктор технических наук, профессор

Заместитель главного редактора
Роман Леонидович Мусатов
кандидат технических наук

Выпускающий редактор
Игорь Павлович Новожилов

Редакционная коллегия
Евгений Михайлович Ананьев
кандидат технических наук
Олег Николаевич Андрух
кандидат технических наук, доцент
Сергей Борисович Беркович
доктор технических наук, профессор
Владимир Эрнестович Бородай
кандидат технических наук,
старший научный сотрудник
Игорь Александрович Бугаков
заслуженный изобретатель РФ,
доктор технических наук, профессор
Александр Михайлович Вальваков
доктор технических наук
Владимир Иванович Злобин
заслуженный деятель науки РФ,
доктор технических наук, профессор
Сергей Васильевич Иванушкин
доктор военных наук, доцент
Николай Николаевич Казаков
член Союза писателей России
Валерий Геннадьевич Маслов
кандидат технических наук
Борис Петрович Смирнов
доктор технических наук, профессор
Дмитрий Вячеславович Смирнов
доктор технических наук, доцент
Сергей Владимирович Смуров
доктор технических наук, профессор
Владимир Анатольевич Цимбал
заслуженный деятель науки РФ,
доктор технических наук, профессор

ISSN 2073-8110

Подписной индекс: 59190 по каталогу
«Научно-технические издания»
ОАО «Роспечать»

Адрес редакции: 142210, Московская обл.,
г. Серпухов, Большой Ударный пер., д. 1а.
Тел: 8 (4967) 35-31-93, 35-13-71
Факс: 8 (4967) 35-44-20
http://www.iifrf.ru
e-mail: iifrfinfo@gmail.com info@iifrf.ru

Свидетельство о регистрации ПИ №ФС77-26650 от 20 декабря 2006 г.

Отпечатано в типографии ЗАО «А-Принт»
Подписано в печать 30.01.2013. Тираж 2000 экз.

© Межрегиональное общественное учреждение
«Институт инженерной физики» (ИИФ), 2013

научно-технический журнал
Известия
ИНСТИТУТА ИНЖЕНЕРНОЙ ФИЗИКИ
№ 1 (27)
2013

Редакционный совет

Александр Иванович Аспидов
доктор технических наук, профессор
Заместитель директора Нижегородского филиала Московского гуманитарного экономического института по научной работе

Валерий Петрович Баранов
генерал–полковник
доктор исторических наук, профессор

Андрей Витальевич Богословский
доктор технических наук, профессор
Заместитель начальника Тамбовского высшего военного авиационного инженерного училища радиоэлектроники по УНР

Борис Федорович Безродный
доктор технических наук, профессор
Главный инженер проектного конструкторско–технологического бюро – филиал ОАО «РЖД»

Ярослав Андреевич Вагранменко
доктор технических наук, профессор
Президент академии информатизации образования

Анатолий Николаевич Геращенко
доктор технических наук, профессор
Ректор Московского авиационного института

Сергей Григорьевич Данилюк
доктор технических наук, профессор
Ведущий научный сотрудник Института информатизации образования (РАО)

Валерий Евгеньевич Дидрих
доктор технических наук, профессор
Начальник учебного отдела Тамбовского высшего военного авиационного инженерного училища радиоэлектроники

Владимир Дмитриевич Киселев
доктор технических наук, профессор
Директор Тульского филиала Орловской академии госслужбы

Олег Александрович Козлов
доктор педагогических наук, профессор
Заместитель директора Института информатизации образования (РАО)

Сергей Викторович Ларцов
доктор технических наук,
старший научный сотрудник
Заместитель главного инженера ОАО "Гипрогазцентр"

Евгений Николаевич Надеждин
доктор технических наук, профессор
Начальник кафедры Тульского военного инженерного артиллерийского института

Сергей Алексеевич Редкозубов
доктор технических наук, профессор
Председатель экспертного совета ВАК по управлению, вычислительной технике и информатике, заведующий кафедрой высшей математики Московского государственного горного университета

Юрий Александрович Романенко
заслуженный деятель науки РФ
доктор технических наук, профессор

Валерий Николаевич Умников
доктор технических наук, профессор
Президент Академии проблем сохранения жизни

Сергей Николаевич Шиманов
доктор технических наук, профессор
Заместитель генерального директора МОУ «ИИФ» – главный конструктор

Сергей Владимирович Смуров

Первый заместитель генерального директора по научной работе – главный конструктор МОУ «ИИФ»
доктор технических наук, профессор

Дорогие друзья, уважаемые коллеги!

В современном стремительно меняющемся высокотехнологичном мире экономические успехи государства во многом обусловлены уровнем развития науки. Общественные, политические, экономические условия заставляют менять акценты деятельности и направления исследований. Но дух устремленности к истине, получению новых знаний на благо страны и всего человечества всегда сохранялся в науке неизменным. История отечественной науки богата яркими событиями и именами. Открытия великих российских ученых внесли огромный вклад в мировое научное наследие.

Российские ученые всегда шли в авангарде мирового научного прогресса. Благодаря их достижениям наука сегодня является мощным ресурсом современной экономики, основой технологических прорывов и создания наукоемких отраслей, важнейшей составляющей нашего национального богатства.

История человечества - это история науки, двигающей жизнь вперед, открывающей перед миром все новые и новые горизонты, позволяющей человеку все шире использовать свой потенциал и способности. Именно с наукой связаны надежды цивилизации на развитие, прогресс, прорывные технологии.

Ученые и молодые исследователи МОУ «ИИФ», сохраняя и преумножая творческий потенциал и демонстрируя высочайшие достижения как в фундаментальных, так и в прикладных отраслях, вносят ощутимый вклад в разработку фундаментальных научных проблем создания новейших технологий для перехода нашей экономики на инновационный путь развития.

У Института инженерной физики большие перспективы, серьезные планы на будущее. Отрадно, что растет число молодых ученых, активно развивается инновационная деятельность, все больше молодежи идет в науку, овладевает навыками самостоятельной научно-исследовательской работы.

День Российской науки – это праздник особенных людей, стремящихся к освоению нового пространства, занятых в подготовке высококлассных специалистов, владеющих современными знаниями и передовыми технологиями. Результаты их фундаментальных и прикладных исследований находят свое отражение на страницах нашего научно-технического журнала «Известия Института инженерной физики», который, являясь общедоступным ресурсом периодической печати для студентов, молодых ученых, а также специалистов в области управления, вычислительной техники, информатики, электроники, измерительной техники, связи, подготовки кадров и совершенствования образования, дает возможность познакомиться с конструктивными идеями и новаторскими разработками.

Мы стремимся расширять читательскую аудиторию и географию наших авторов. Мы всегда с нетерпением ждем ваших оригинальных статей и дискуссионных материалов, которые, безусловно, способны придать новый импульс научному поиску и развитию фундаментальной науки и практики.

С праздником, дорогие друзья, с Днем российской науки!

УДК 519.81

МИНИМИЗАЦИЯ МАРШРУТИЗАТОРОВ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ В СЕТЯХ*

Александр Павлович Галкин
доктор технических наук, профессор
профессор кафедры радиотехники и радиосистем
Владимирский государственный университет
Адрес: 600000, г. Владимир, ул. Горького, д. 87
Тел.: +7(4922)47-97-95, +7(905)145-98-98
E-mail: galkin@vpti.vladimir.ru

Сергей Владимирович Ярёмченко
старший научный сотрудник
МОУ «ИИФ»
Адрес: 142210, Московская обл.,
г. Серпухов, Большой Ударный пер., д. 1а
Тел.: +7(4967)35-31-93

Махран Мохаммад Али Альджарадат
(Палестина)
аспирант
Владимирский государственный университет

Ахмед Бадван
(гражданин Иордании)
аспирант
Владимирский государственный университет

Ислам Дарахма
(Палестина)
аспирант
Владимирский государственный университет

Рассматривается минимизация маршрутизаторов в информационных сетях. Предложены алгоритмы построения маршрутизаторов для защиты информации.

Discusses minimizing routers in information networks. Algorithms to build routers for safe information.

Ключевые слова: защита информации в сетях, маршрутизаторы, минимизация маршрутизаторов.

Keywords: protection of the information in networks, routers, minimization of routers.

Рассмотрим алгоритм поиска и построения маршрутизаторов для обеспечения информационной защиты в сетях.

Сначала построим матрицу уровней L [1, 2]. Уровнями будем называть x и y координаты, на которых лежат ядра. В строках матрицы L будут лежать x-ные уровни, соответственно, в столбцах – y-ные уровни. Элементы матрицы – это ядра, лежащие на соответствующих уровнях.

Чтобы построить матрицу L достаточно найти все уровни x или y. Их можно найти по следующему алгоритму:

Перебираем все ядра.

1. Возьмем i-е ядро

2. Проверяем, если оно не принадлежит ни одному из уровней, или уровни еще не созданы. Тогда создаем новый уровень, это будет новая строка в матрице L.

3. Далее для x-координаты находим все остальные ядра, лежащие на этом уровне. Те x, координаты которых равны (см. *рисунок 1*).

В итоге получим матрицу L. И количество уровней x – X (количество строк в матрице), и количество уровней y – Y (количество столбцов).

Блок-схема алгоритма показана на *рисунке 1а*.

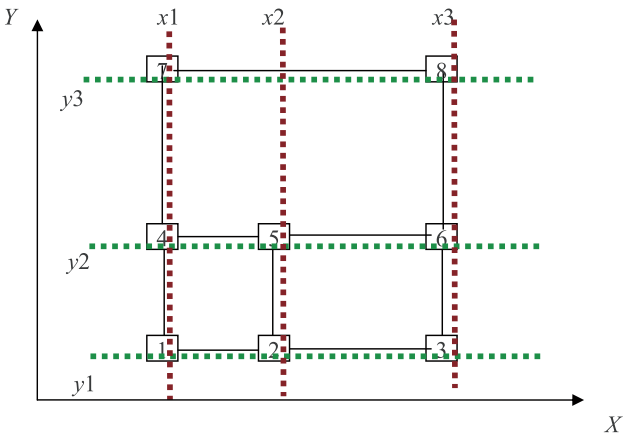


Рис. 1. Уровни ядер в сети

* Работа выполнена в рамках проекта ДПННиТ №6.2516.2011 по государственному заданию Министерства образования и науки РФ.

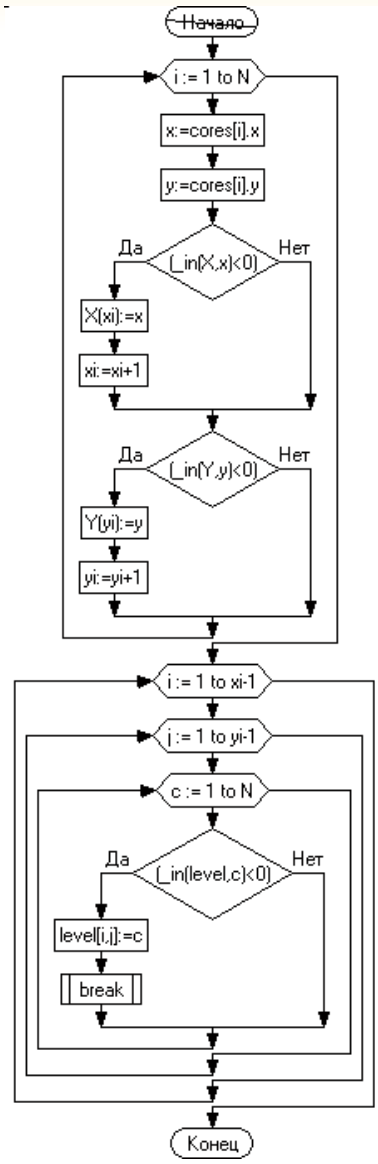


Рис. 1а. Блок-схема алгоритма

После построения матрицы уровней L, находим начало будущих маршрутизаторов.

Как уже говорилось выше, маршрутизаторы начинаем строить с левого нижнего угла. Поэтому, проверяем каждое ядро на наличие соседей справа и сверху. При этом соседи справа должны лежать на одном y-ом уровне с текущим ядром, а сосед сверху на одном x-ом уровне. Далее будем работать только с теми ядрами, у которых есть такие соседи, назовем их “угловыми ядрами”.

Следует отметить, что наличие соседей справа и сверху – необходимое, но не является достаточным условием существованием маршрутизатора.

Для нахождения “угловых ядер”, возьмем ядро из матрицы L с индексами (i, j), где i – это индекс по уровню x, а j – по y. И проверим, есть ли у него связь с $L(i + 1, j)$ и $L(i, j + 1)$, если есть, то ядро $L(i, j)$ и есть “угловая точка”, а соответственно $L(i + 1, j)$ и $L(i, j + 1)$, c и b (см. *рисунок 2*). Теперь остается найти точку d.

Для этого, начиная с $L(i + 1, j)$, двигаемся вниз до уровня $L(i, j + 1)$ и если находим ядро $L(i + 1, j + k)$, связанное с $L(i, j + 1)$, это и есть искомая точка d. Если на уровне $i+1$ не нашли точку d, переходим к следующему уровню i + 2 и т.д., пока не будет найдена точка или же не закончатся ядра. Индексы i, j пробегают от 1 до X–1 и от 1 до Y–1, соответственно. Так как очевидно, что ядра находящиеся на последних уровнях не могут быть началами маршрутизаторов.

Возьмем ядро 1. Оно находится на уровне $x1$ и $y1$. Ищем его соседей. Это ядра 4 и 2. Если с ними есть связь, то это, возможно, маршрутизатор. Далее начинаем двигаться от ядра 4, находящемся на уровне $x1$, $y2$, вниз до уровня, на котором находится ядро 2, т.е. $x2$. Там есть ядро 5, которое связано с 2 и 4, следовательно, маршрутизатор построен, и он состоит из ядер (1, 2, 4, 5). По аналогии строим маршрутизатор (2, 3, 5, 6) и (4, 6, 7,8).

После построения маршрутизаторов получаем массив маршрутизаторов R. Каждый $R(i)$ элемент которого – маршрутизатор и ядра, которые входят в него. Каждый маршрутизатор также будет иметь начальные координаты x, y – это координаты левого нижнего угла, высоту h и ширину w.

По вышеприведенному алгоритму строятся все возможные маршрутизаторы. Минимизация ресурсов маршрутизатора приводит к сокращению статического расхода энергии и облегчению проектирования и верификации. Мы можем уменьшить их количество путем объединения соседних маршрутизаторов. При этом объ-

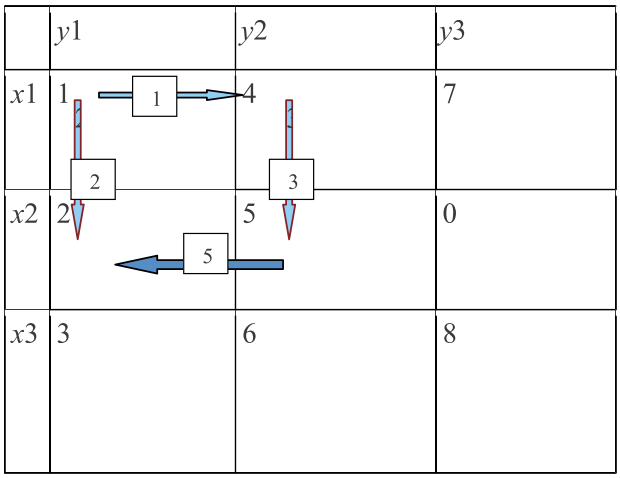


Рис. 2. Номера на стрелках указывают порядок действий

Известия
ИНСТИТУТА ИНЖЕНЕРНОЙ ФИЗИКИ

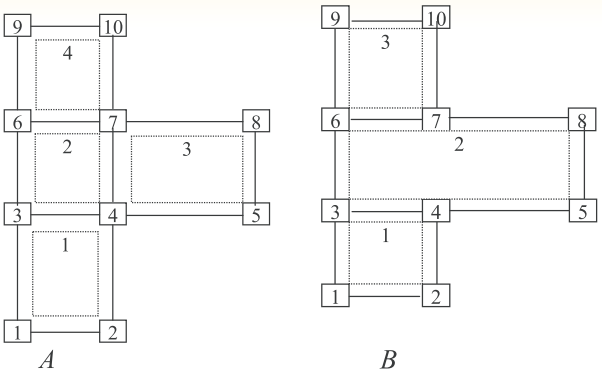


Рис. 3. Объединение маршрутизаторов: *A* – до объединения, *B* – после

единение нужно проводить таким образом, что бы не пропадали ядра (см. пример на *рисунке 3*). И длина пути не оказалась больше максимально разрешенной длины пути *D*.

На *рисунке 3* изображены 10 ядер, связи между ними и 4 маршрутизатора. Блок-схема алгоритма построения маршрутизаторов и их минимизации показана на *рисунке 4*.

Вспомогательные функции:

- функция *check* – проверяет, есть ли связь между двумя ядрами на уровне.
- функция *links_on_level* – возвращает массив ядер, с которыми имеет связь текущее ядро.

Маршрутизаторы будем объединять следующим образом. Возьмем *R*(*i*) маршрутизатор и его соседей, если их ядра лежат на одинаковых x или y уровнях, тогда эти маршрутизаторы можно объединить в один. То есть один маршрутизатор является продолжением другого. Например, на *рисунке 3* можно объединить маршрутизаторы 2 и 3, так как (3, 4, 5) и (6, 7, 8), образующие эти маршрутизаторы, лежат на одинаковых У-уровнях. При этом ядра 4, 7 останутся в маршрутизаторах 4, 1. Но нельзя объединить маршрутизаторы (1, 2, 4), так как при этом произойдет исключение из топологии ядер 3 и 6. Таким образом, после объединения получаем минимизированное количество маршрутизаторов.

Нами было предложено, что у каждого ядра есть только один порт ввода/вывода (*I/O*), который должен быть присоединен к единственному порту маршрутизатора. Можно тривиально допустить ядра с многочисленными портами ввода/вывода, которые должны быть преобразованы в определенные маршрутизаторы. По существу, каждый порт ядра должен быть смоделирован отдельным узлом в потоковом графе, чтобы решить этот вопрос [3, 4].

Литература

1. Галкин А.П., Тахаан Осама. Угрозы информационной безопасности и защита от них для телекоммуникационных сетей радиосистем // Проектирование и технология электронных средств. 2010. № 2. С. 28-31.

2. http://catalog.onliner.by/zyxel/zynbg334w_ee/

3. http://nsk.terminal.ru/electronics/catalog/marshrutizatory/

4. Галкин А.П. и др. Анализ угроз информационной безопасности в АСУТП и основные мероприятия по их предотвращению // Известия Института инженерной физики. 2009. №3. С. 2-3.

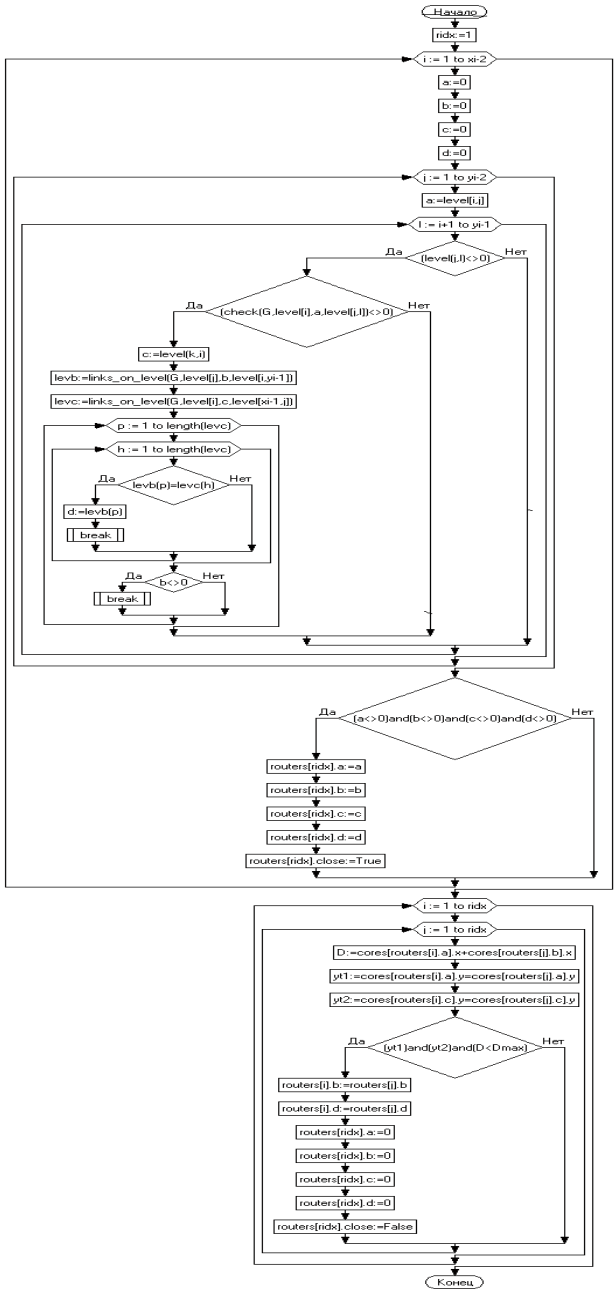


Рис. 4. Блок-схема алгоритма построения маршрутизаторов и их минимизации

УДК 621.318.12

ИССЛЕДОВАНИЕ НЖМД МЕТОДОМ ВИЗУАЛИЗАЦИИ И УТОЧНЕНИЕ УСЛОВИЙ НАДЕЖНОГО СТИРАНИЯ ИНФОРМАЦИИ С МАГНИТНЫХ НОСИТЕЛЕЙ

Борис Васильевич Хлопов
кандидат технических наук, доцент
начальник отдела
ФГУП «ЦНИРТИ им. академика А.И. Берга»
Адрес: Москва, ул. Новая Басманная, д. 20
Тел.: +7(499)263-96-25
E-mail: hlopovu@yandex.ru

Разработано и создано оборудование для исследования параметров, определяющих устойчивость магнитных свойств тонкопленочных материалов современных жестких магнитных дисков при воздействии на них внешних постоянных, периодических и импульсных магнитных полей. Разработаны методики определения значения магнитных полей, обеспечивающих стирание информации с носителей на жестких магнитных дисках (НЖМД). Методика контроля полноты стирания информации на основе магнитной силовой микроскопии (МСМ). Представлены в качестве уточненных условий технические характеристики стирающих магнитных полей для разработки конструкций унифицированных устройств стирания информации.

Designed and created equipment for research of parameters, which determine the stability of magnetic properties of thin-film materials of the modern hard magnetic disks at influence on them of external constant, periodic and pulse magnetic fields. Developed methodologies are for determining the values of magnetic fields, providing the erasing of the information with the media on hard magnetic carriers (HDD). The methodology of control of the completeness of the deletion of information on the basis of magnetic force microscopy (MFM). Presented in a revised terms of technical characteristics of erasing magnetic fields for the construction of single device erase the information.

Ключевые слова: импульсное магнитное поле, магнитный диск, коэрцитивная сила материала, атомная силовая микроскопия, намагниченность насыщения, магнитный рельеф, гарантированное стирание информации.

Keywords: the impulsive magnetic field, a magnetic disk, the coercive force of the material, atomic force microscopy, magnetized of satiation, the magnetic relief, a guaranteed wipe.

Введение

Магнитные свойства тонкопленочных материалов современных носителей на жестких магнитных дисках (НЖМД) и технологические процессы их разработки предприятия изготовители относят к коммерческой собственности и держат в секрете. Проведя исследования магнитных свойств тонкопленочных материалов современных жестких магнитных дисков можно с помощью визуального метода атомной силовой микроскопии (АСМ), определить значение намагниченности насыщения магнитного материала. В зависимости от состава материала намагниченность насыщения тонкопленочных образцов изменяется в широких пределах – от 300 до 786 кА/м [1]. Коэрцитивная сила материала, применяемого в качестве рабочего слоя, зависит от его состава, от свойств подложки, наличия промежуточных слоев и технологии его изготовления [2]. Необходимые условия, для разработки устройств надежного стирания информации с современных НЖМД, различающихся по виду воздействия внешними постоянными, периодическими и импульсными магнитными полями, основываются на критерии, полнота стирания записанной информации является невозможность ее восстановления известными методами за время, при котором она не теряет своей актуальности и определяются по результатам анализа экспериментальных исследований.

1. Оборудование создания постоянного магнитного поля для исследования магнитных свойств материалов современных НЖМД

При создании оборудования для исследования материалов учитывались требования возможности проверки устойчивости состояний тонкопленочных слоев образцов магнитных носителей, структурных изменений в материалах информационного слоя носителей, проведения оценки качества модификации магнитной записи при воздействии внешним постоянным магнитным полем [3]. Использовано оборудование, обеспечивающее визуальный контроль на уровне наноструктур и разработан стенд. В стенде, для надежного стирания информации с магнитных носителей, применен способ намагничивания постоянным магнитным полем номинального значения напряженности с учетом коэффициента ослабления магнитного поля за счет экранирования материалом подложки магнитного диска. На *рисунке 1* приведена блок-схема стенда для исследования магнитных свойств материалов НЖМД.

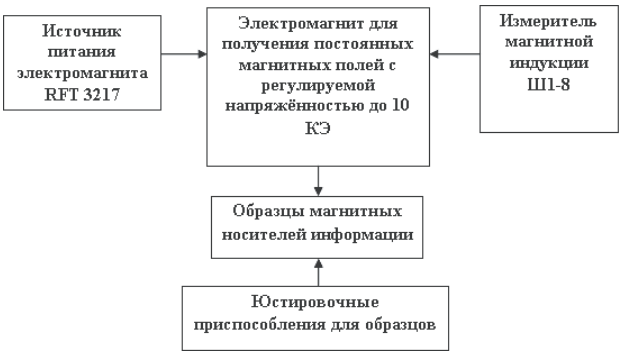


Рис. 1. Блок-схема стенда для исследования магнитных свойств материалов НЖМД

Стенд обеспечивает получение магнитных полей с фиксированными значениями ряда в пределах 2–10 КЭ и воздействие ими на образцы магнитных материалов. Контроль полноты стирания информации производится с помощью использования метода атомной силовой микроскопии (АСМ) [4]. На *рисунке 2* приведена фотография стенда для исследования магнитных свойств материалов НЖМД.

Для контроля при исследовании магнитных наноструктур современных носителей информации использовалось оборудование атомной силовой микроскопии (АСМ). В состав оборудования АСМ входят персональный компьютер для записи информации на исследуемые носители и набор специального инструмента для разборки жестких дисков. Оборудование [5] включается в

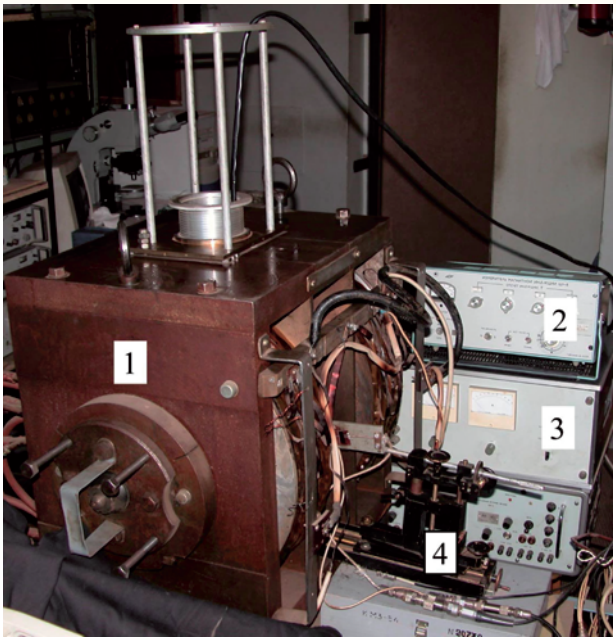


Рис. 2. Стенд для исследования магнитных свойств материалов НЖМД: 1 – электромагнит; 2 – измеритель магнитной индукции; 3 – источник питания электромагнита; 4 – юстировочное приспособление.

соответствии с блок-схемой, приведенной на *рисунке 3*.

Рис. 3. Схема включения оборудования для исследования магнитных наноструктур образцов НЖМД

На *рисунке 4* приведена фотография оборудования АСМ для исследования магнитных наноструктур образцов НЖМД, которое реализует метод исследования поверхности, основанный на взаимодействии микрозонда с поверхностью образца.

Для исследования поверхности использовалась так называемая «полуконтактная» колебательная АСМ методика (tapping mode), основанная на регистрации параметров взаимодействия колеблющегося кантилевера с поверхностью. При работе в этом режиме возбуждались вынуж-

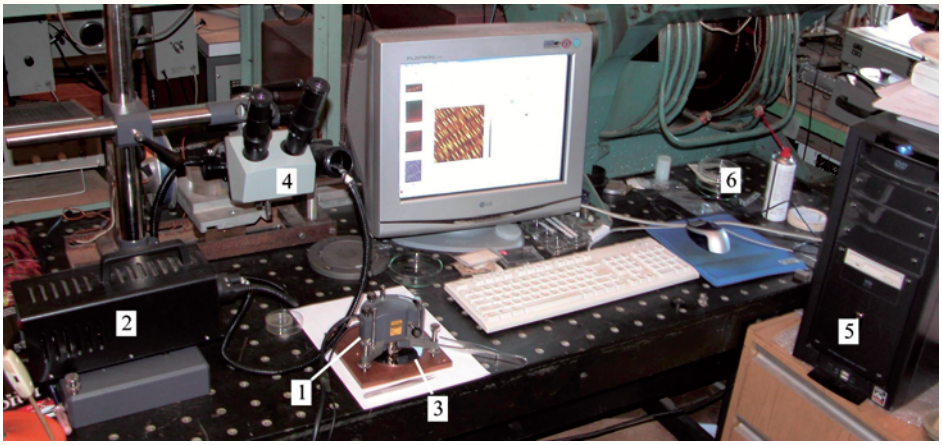


Рис. 4. Фотография стенда для исследования магнитных наноструктур: 1 – атомный силовой микроскоп (АСМ), 2 − блок сопряжения АСМ с ПК, 3 − образец диска НЖМД, 4 − микроскоп МБС-10, 5 − ПК с набором приводов для записи информации, 6 − наборы кантилеверов и калибровочные решетки.

денные колебания кантилевера вблизи резонанса с амплитудой порядка 10–100 нм. При сканировании регистрировалось изменение амплитуды и фазы колебаний кантилевера. Использовалась двухпроходная методика. На первом проходе снималось изображение рельефа в «полуконтактном» режиме. Затем зондовый датчик отводился от поверхности на выбранное нами расстояние z_0 и осуществлялось повторное сканирование. Расстояние z_0 выбиралось таким образом, чтобы сила Ван-дер-Ваальса была меньше силы магнитного взаимодействия. На втором проходе датчик перемещался над поверхностью по траектории, повторяющей рельеф образца. Поскольку в этом случае локальное расстояние между зондовым датчиком и поверхностью в каждой точке постоянно, изменения изгиба кантилевера в процессе сканирования связаны с неоднородностью магнитных сил, действующих на зонд со стороны образца [6].

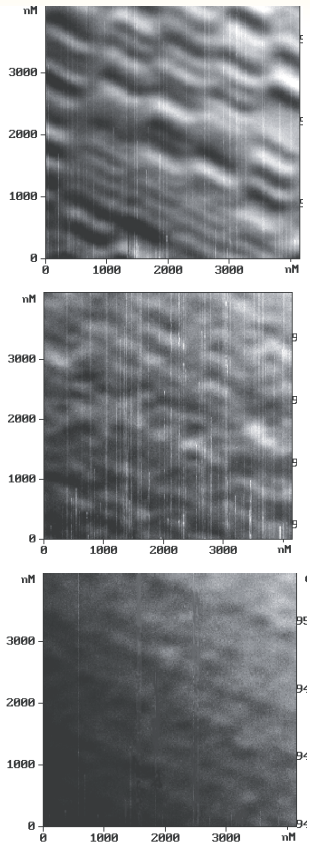
2. Воздействие постоянным магнитным полем на образцы дисков НЖМД

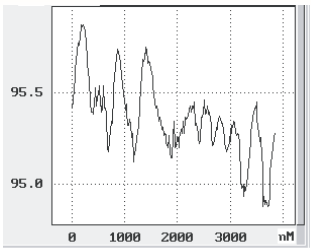
Экспериментальные результаты измерений магнитной сигналограммы (изображений магнитного рельефа) и амплитудные характеристики сигнала (изображений структурного рельефа) образцов получены с использованием оборудования АСМ при различных видах записи перпендикулярной (нормальной) и параллельной (касательной). Записи ориентаций магнитного образца НЖМД фирмы Futjitsu относительно стирающего поля, показаны на *рисунках 5* и *6*.

Из приведенных фрагментов электромагнитного рельефа испытуемых образцов НЖМД видно, что разработанное оборудование обеспечивает методом намагничивания тонкопленочного магнитного материала диска изменить структуру магнитного материала (рис. 5в и 6в) приведя его в состояние насыщения [7]. Исследовались образцы магнитных дисков производителей (Quantum, Fujitsu). На *рисунках 7, 8* и *9, 10* приведены результаты измерений магнитного рельефа на испытуемых образцах магнитных дисках НЖМД. Фрагменты записи на различных рисунках различаются, поскольку не предпринималось специальных мер для точной установки образца на его первоначальное место. Наряду с двумерным изображением рельефа магнитной сигналограммы исследуемых образцов приводятся и амплитудные характеристики сигнала вдоль дорожки записи.

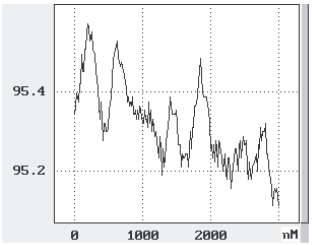
Анализ результатов экспериментальных исследований магнитных свойств тонкопленочных материалов образцов современных НЖМД при воздействии постоянного магнитного поля позволяет сделать заключение, что используемые постоянные магнитные поля превышают коэрцитивную силу магнитных материалов, применяемых в современных винчестерах [8]. Этих полей достаточно, чтобы эффективно стирать информацию с магнитных носителей, в которых рабочий магнитный слой нанесен на стеклянные подложки. Однако применение перспективного материала с суперрешеткой вместо пермаллоя для магнитных головок делает возможным увеличение плотности записи приблизительно в 5 раз. Как нетрудно убедиться, в итоге при тысячекратном увеличении информационной плотности записи вклад увеличения величины коэрцитивной силы составляет всего 2,5 раза. Стирание информации с многодисковых винчестеров с дисками из алюминиевого сплава сложнее вследствие экранирования магнит-

Рис. 5. Воздействие нормального магнитного поля на магнитный материал образцов диска НЖМД

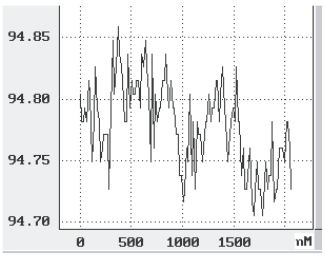




а) 4 КГс (320 кА/м)

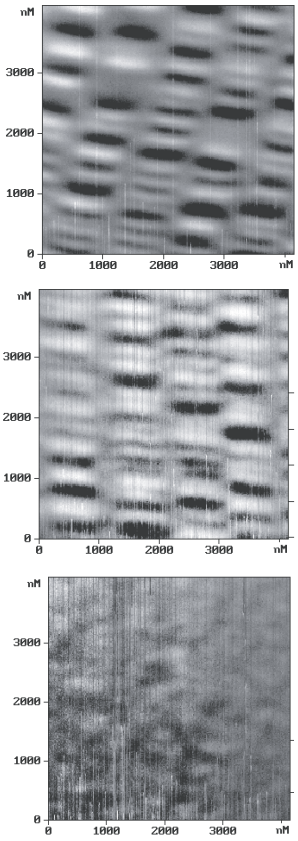


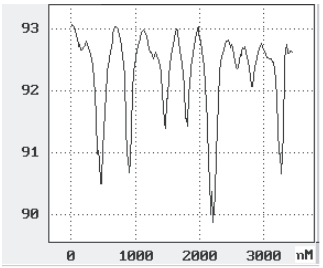
б) 6 КГс (480 кА/м)



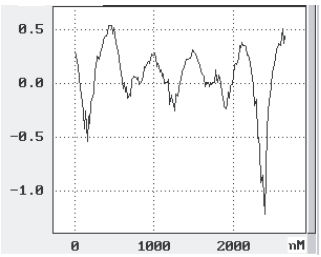
в) 8 КГс (640 кА/м)

Рис. 6. Воздействие касательного магнитного поля на магнитный материал образцов диска НЖМД

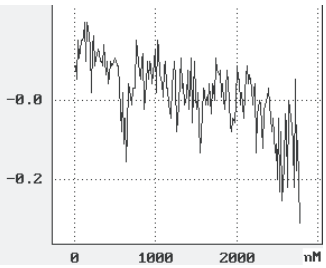




а) 2 КГс (120 кА/м)

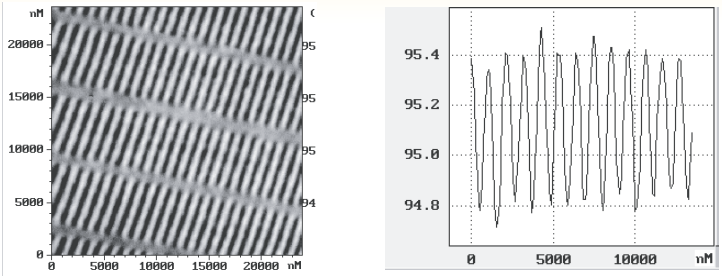


б) 3 КГс (240 кА/м)



в) 5 КГс (400 кА/м)

Рис. 7. Фрагменты магнитного рельефа разметки (а) и сигналограмма исходной записи (б) на образце диска НЖМД фирмы Quantum



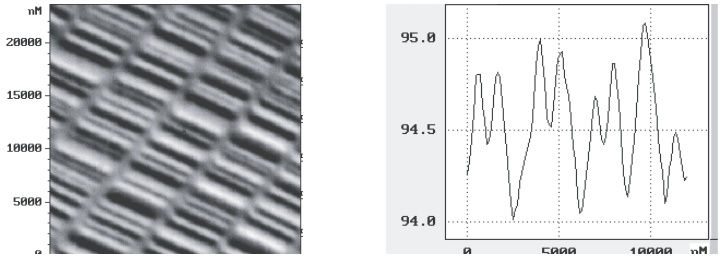
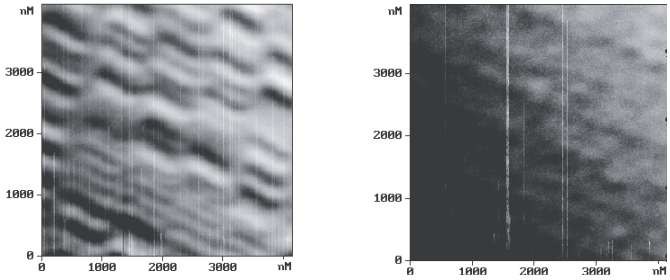
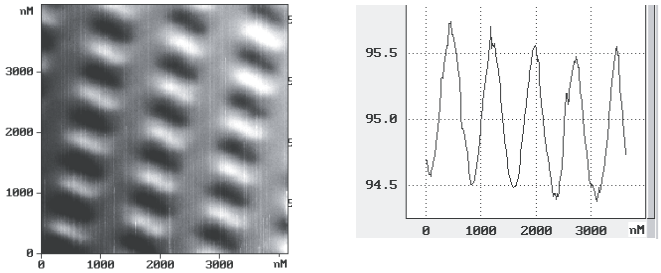


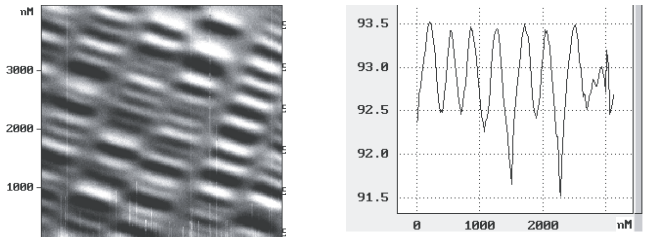
Рис. 8. Фрагменты магнитной записи на диске НЖМД фирмы Quantum емкостью 30 Гб, после воздействия в течение 15 минут постоянным нормальным к плоскости образца носителя информации магнитным полем напряженностью 320 кА/м (а) и 640 кА/м (б)



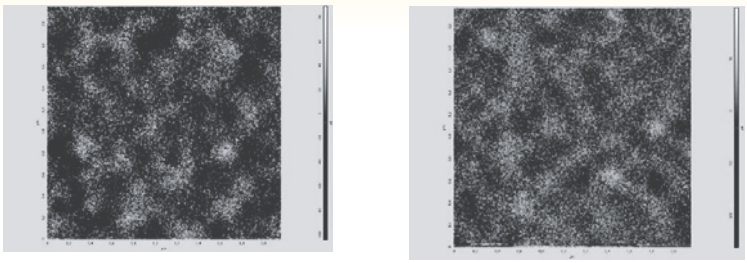
а) б)

Рис. 9. Фрагменты магнитного рельефа разметки (а) и сигналограмма исходной записи (б) на образце диска НЖМД фирмы Futjitsu





Известия
ИНСТИТУТА ИНЖЕНЕРНОЙ ФИЗИКИ



а) б)

Рис. 10. Фрагменты магнитной записи на диске НЖМД фирмы Futjitsu емкостью 30 Гб, после воздействия в течение 15 минут постоянным касательным к плоскости образца носителя информации магнитным полем напряженностью 560 кА/м (а) и 640 кА/м (б)

ного поля подложкой и металлическими частями НЖМД. Используя результаты проведенных экспериментальных исследований, можно установить, что для надежного стирания информации с современных НЖМД необходимо воздействовать внешним постоянным магнитным полем в течение периода времени более 15 минут со значением напряженности превышающей величину коэрцитивной силы тонкопленочного магнитного материала в 2,5-3,0 раза, что соответствует значению напряженности стирающего поля в пределах от 800 до 900 кА/м.

3. Оборудование создания периодического импульсного магнитного поля

Для исследования воздействия импульсными электромагнитными полями на структуры НЖМД создан стенд по блок-схеме приведенной на *рисунке 11*. Стенд позволяет проводить исследования магнитных свойств тонкопленочных материалов современных НЖМД.

Рис. 11. Блок-схема стенда для исследования воздействия импульсными электромагнитными полями

Стенд включает в себя электромагнит на основе безсердечниковых соленоидов, источник регулируемого по длительности и амплитуде импульсного тока и схему регистрации магнитного поля на основе индуктивного датчика [9]. На *рисунке 12* приведена фотография стенда для исследования воздействия импульсными электромагнитными полями на структуру магнитных дисков носителей информации.

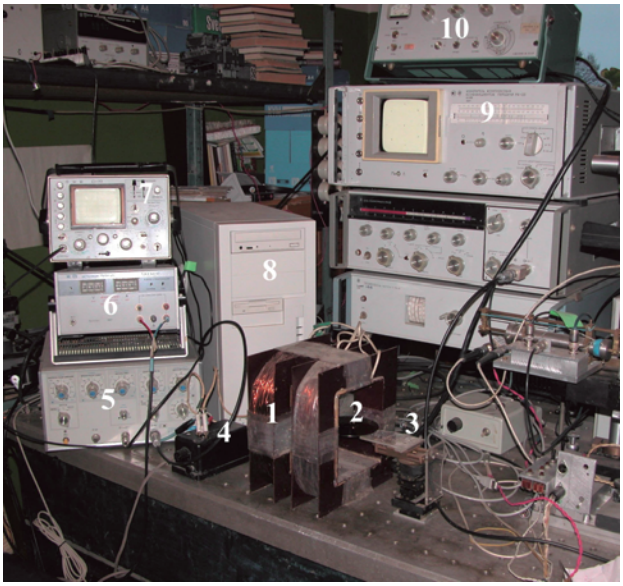


Рис. 12. Фотография стенда для исследования воздействия импульсными электромагнитными полями на структуру магнитных носителей информации:

1 – соленоид (катушки Гельмгольца), 2 – исследуемый образец, 3 – устройство позиционирования образца, 4 – электронный ключ, 5 – импульсный генератор с рабочей частотой в диапазоне от 0,1 до 20 кГц, 6 – источник питания, 7 – осциллограф, 8 – персональный компьютер, 9 – измеритель комплексного импеданса, 10 – измеритель магнитной индукции.

На *рисунке 13* приведена осциллограмма в виде последовательности импульсов, изобража-

ющая форму тока протекающего через соленоид стенда и форму проинтегрированного сигнала с индуктивного датчика.

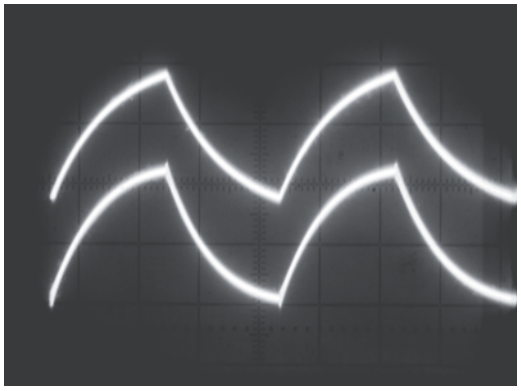


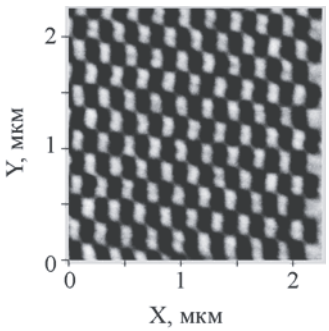
Рис. 13. Осциллограмма импульса тока, протекающего через электромагнит (верхняя кривая), и индуктивного датчика напряженности магнитного поля (нижняя кривая). Развертка по горизонтали 0,2 мс/клетку.

4. Исследования магнитных свойств тонкопленочных материалов современных жестких магнитных дисков при воздействии внешнего периодического импульсного магнитного поля

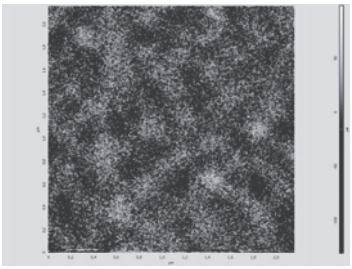
На исследуемый НЖМД фирмы Futjitsu осуществлялась запись информации до полного заполнения объема [10]. Затем из НЖМД извлекли магнитные диски с записанной информацией и из одного диска вырезали образцы для исследований на оборудовании атомной силовой микроскопии (АСМ) о наличии записи и определения оптимальных режимов регистрации сигнала. На *рисунке 14* приведены магнитные рельефы поверхности а) контрольного образца исследуемого диска, со служебной информацией, б) образца диска, с записанной информацией после воздействия импульсным магнитным полем значением напряженности 240 кА/м.

Оставшиеся образцы диска устанавливались для исследования магнитных свойств материалов НЖМД так, чтобы их плоскость была ортогональна плоскостям полюсных наконечников электромагнита и экспонировались в течение 2 секунд переодическим импульсным магнитным полем с длительностью импульса t=0,4мс. Значение напряженности магнитного поля для каждого образца фиксировано с возможностью изменения значения магнитной индукции в виде четного ряда. Начальное значение напряженности воздействующего магнитного поля устанавливалось равной 3,0КЭ (240кА/м).

После экспозиции образец исследовался на оборудовании АСМ с целью контроля наличия записи [2, 10]. Если запись (или ее следы) осталась, следующий образец экспонировали в течение 150 мс периодическим магнитным полем с напряженностью на 1,0КЭ выше и повторяли до тех пор, пока следы записанной информации (магнитный рельеф поверхности тонкопленочного слоя, полученный на МСМ, будет иметь вид «туманного пейзажа»). Затем вышеприведенные измерения повторяли для других образцов при ортогональной ориентации относительно магнитного поля (так, чтобы плоскость образца была параллельна плоскостям полюсных наконечников электромагнита) и определяли значение напряженности магнитного поля ортогональной ориентации, при котором происходит стирание информации. Аналогичный магнитный рельеф поверхности образца диска получен при воздействии в течение 150 мс значениями напряженности магнитного поля 240 кА/м с ортогональной ориентацией вектора напряженности магнитного поля. Экспериментально установлено, что информация записанная на магнитном диске стирается периодическим магнитным полем с амплитудным значением напряженности периодического магнитного поля в любой точке внутреннего пространства рабочей камеры устройства стирания информации не менее 600 кА/м в частотном диапазоне от 0,1 до 20000 Гц, при продольной и перпендикуляр-



а)



б)

Рис. 14. Магнитные рельефы исследуемых поверхностей образцов диска

Известия
ИНСТИТУТА ИНЖЕНЕРНОЙ ФИЗИКИ

ной ориентациях векторов магнитной индукции относительно плоскости рабочего тонкопленочного магнитного слоя.

5. Результаты исследования методом АСМ структуры записываемой информации на НЖМД до и после внешнего воздействия магнитного импульсного поля

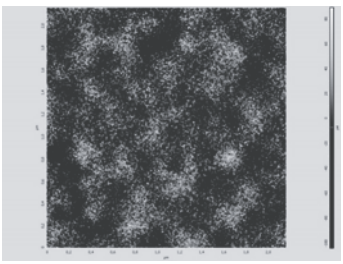
Воздействие на НЖМД осуществлялось магнитным полем создаваемым прибором стирания информации [11]. Прибор обеспечивает создание магнитного импульса со значением напряженности магнитного поля в пределах то 200 кА/м до 1200 кА/м ориентированными продольно (касательно плоскости диска) и поперечно (ортогонально плоскости диска) с возможностью фиксированного изменения длительности воздействующего импульса в пределах от 1,0 мс до 7,0 мс.

Исследовалось стирание информации с современных многодисковых НЖМД, отличающихся высокой плотностью записи: Hitachi Travelstar 5K500 (2.5”, 3 магнитных диска, 0.5 ТБ); Hitachi Ultrastar A7K1000 (5 магнитных дисков, 1ТБ); Seagate Barracuda <ST31000333AS> (4 магнитных диска, 1ТБ); Seagate Barracuda ES2 <ST31000340NS> (4 магнитных диска, 1ТБ).

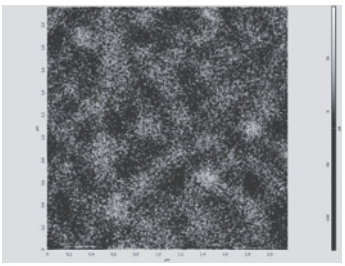
Качество стирания информации контролировалось методами АСМ путем регистрации магнитного рельефа поверхности каждого диска в нескольких точках до и после воздействия магнитных полей. АСМ «Смена А», обеспечивает пространственное разрешение в магнитном изображении не хуже 20 нм с высоким контрастом между физическими нулем и единицей. На рисунке 15 приведены характерные магнитные картины с разных участков поверхности одного из дисков трехдискового винчестера Hitachi Travelstar 5K500, после воздействия магнитными полями значением напряженности 750 кА/м с длительностью импульса 2,5 мс. На картине (*рисунок 15*), полученной с помощью АСМ визуально запись не наблюдается, откуда можно сделать заключение, что информация полностью стерта. На *рисунке 16* приведены характерные магнитные изображения с дисков НЖМД Hitachi Ultrastar A7K1000 после воздействия импульсного магнитного поля с такими же характеристиками. Характерной особенностью является то, что на всех поверхностях 5 дисков имеются участки как с полностью стертой информацией, так и с ее остатками.

Естественно, чтение этой информации штатными магнитными головками НЖМД практически неосуществимо [9]. Следует отметить, что картины, приведенные на *рисунке 16*, характерны для всех 5 дисков указанного типа НЖМД. Неполное стирание информации связано с экранировкой импульсного магнитного поля металлическими элементами НЖМД. Заметную роль, при этом играют конструкция корпуса и алюминиевые подложки (толщиной ~ 1 мм) магнитных дисков.

Для проверки этого предположения один из НЖМД перед стиранием информации был разобран и воздействие магнитным полем осуществлялось непосредственно на каждый диск в отдельности. При этом стирание информации было полным, что подтверждает достаточную величину амплитуды применяемого магнитного импульса для надежного перемагничивания магнитных материалов, используемых в исследованных НЖМД. Аналогичные результаты были получены и для НЖМД Seagate Barracuda <ST31000333AS> (4 магнитных диска, 1ТБ); Seagate Barracuda ES2 <ST31000340NS>(4 магнитных диска, 1ТБ). Этих полей достаточно, чтобы эффективно и надежно стирать информацию с винчестеров, в которых рабочий магнитный слой нанесен на стеклянные подложки. Стирание информации с наиболее распространенных многодисковых винчестеров с дис-

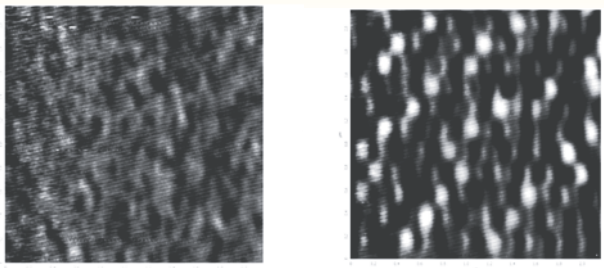


а)



б)

Рис. 15. Примеры картин магнитного рельефа поверхностей дисков винчестера Hitachi Travelstar 5K500 после воздействия импульсными магнитными полями ориентированными: а) поперечно (ортогонально плоскости диска); б) продольно (касательно плоскости диска).



а) б)

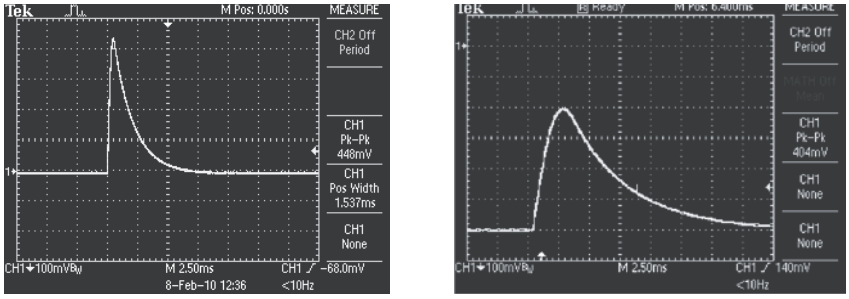
Рис. 16. Картины магнитного рельефа в разных участках поверхностей дисков винчестера Hitachi Ultrastar A7K1000,1 ТВ после воздействия импульсным магнитным полем: а) первый диск, б) пятый диск.

ками из алюминиевого сплава намного сложнее вследствие экранирования импульсного магнитного поля металлическими частями НЖМД.

6. Влияние экранирования при воздействии импульсных магнитных полей на НЖМД

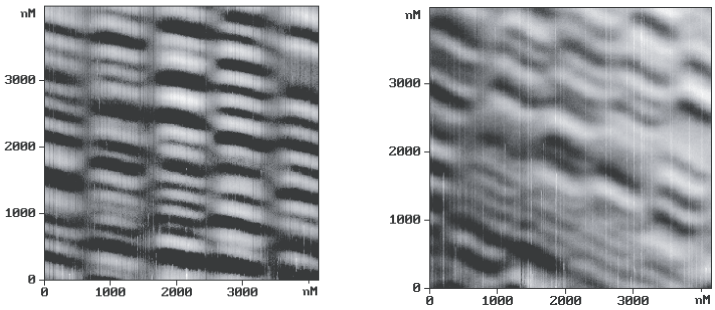
Эффективность магнитного экранирования зависит от частоты и электрических свойств материала экрана. Чем ниже частота, тем слабее действует экран, тем большей толщины приходится его делать для достижения одного и того же экранирующего эффекта [10]. Магнитная система прибора для стирания информации двух секционная. Секция первого типа выполнена в виде соленоида прямоугольного сечения, генерирующего магнитный импульс длительностью около 1,5 мс по уровню половинной интенсивности и напряженностью 550 кА/м. Секция магнитной системы второго типа состоит из катушек Гельмгольца, в зазор между которыми помещается исследуемый жесткий диск, генерирующих импульс магнитного поля длительностью 5,5 мс и напряженностью 500 кА/м. Осциллограммы генерируемых магнитных импульсов приведены на *рисунке 17*.

На *рисунках 18* и *19* представлены экспериментально полученные с помощью АСМ фрагменты визуально иллюстрирующие изменение исходного информационного магнитного рельефа исследуемого образца НЖМД, Seagate 1,5 ТБ с записанной информацией до воздействия импульсным магнитным полем и после воздействия со значением напряженности 550 кА/м с



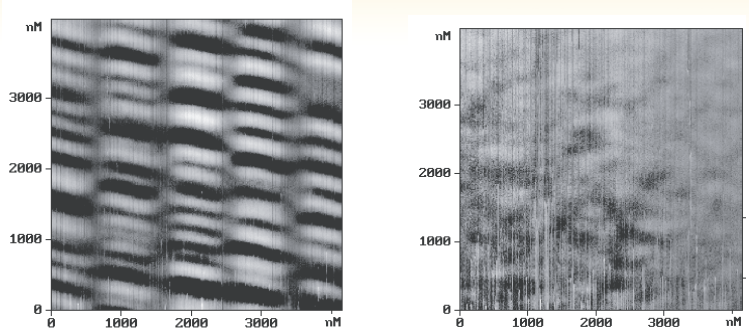
а) б)

Рис. 17. Осциллограммы магнитных импульсов, создаваемых магнитными системами: а) первого; б) второго типов



а) б)

Рис. 18. Фрагменты информационного магнитного рельефа исследуемого магнитного диска НЖМД Seagate 1,5 ТБ: а) до воздействия импульсным магнитным полем; б) после воздействия импульсным магнитным полем со значением напряженности 550 кА/м с длительностью магнитного импульса 1,5 мс.



а) б)

Рис. 19. Фрагменты информационного магнитного рельефа исследуемого магнитного диска НЖМД Seagate 1,5 ТБ: а) до воздействия импульсным магнитным полем; б) после воздействия импульсным магнитным полем со значением напряженности 550 кА/м с длительностью магнитного импульса 5,5 мс.

длительностью магнитного импульса 1,5 мс и с длительностью магнитного импульса 5,5 мс по уровню половинной интенсивности[11].

По результатам проведенных экспериментальных работ установлено, что корпуса и конструктивные элементы при суммарной толщине металлических элементов до 10 мм ослабляют касательное импульсное МП с длительностью импульса 1,5 мс в 1,4-1,5 раза, а нормальное импульсное МП с длительностью импульса 5,5 мс в 1,6-1,7 раза [12].

Учитывая рассмотренные выше определения и полученные экспериментальные результаты экранирования импульсных магнитных полей металлическими элементами НЖМД можно с высокой степенью допустить, что импульсным магнитным полем со значением напряженности превышающим коэрцитивную силу тонкопленочного магнитного материала диска в 2,5-3 раза и с оптимальной определенной длительностью импульса, информация будет стерта. При разработке конструкции устройства стирания информации с современных НЖМД, можно рекомендовать для надежного стирания информации достаточно устанавливать значение напряженности магнитного поля 1200 кА/м. При этом оптимальная длительность импульса должна быть не менее 2,5 мс, при продольной и перпендикулярной ориентациях векторов магнитной индукции относительно плоскости рабочего тонкопленочного магнитного слоя НЖМД с произвольным типом записи.

Заключение

1. Предложенное оборудование обеспечивает изменение магнитного состояния тонкопленочного слоя магнитного носителя информации, воздействуя постоянными, периодическими и импульсными магнитными полями на образец магнитного диска, с одновременной визуальной проверкой магнитной структуры тонкопленочного материала.

2. Оборудование регистрирует магнитный рельеф записи, а также изменения магнитного состояния тонкопленочного слоя образца магнитного носителя информации до стирания информации и после стирания, внешним постоянным магнитным полем и визуальное наблюдение фрагментов магнитного рельефа на участке образца магнитного носителя информации с использованием АСМ на мониторе персонального компьютера.

3. По результатам проведенных исследований и полученных фрагментов электромагнитного рельефа испытуемых образцов НЖМД для надежного стирания информации с современных носителей необходимо в течении периода времени более 15 минут воздействовать внешним постоянным магнитным полем со значением напряженности превышающей величину коэрцитивной силы тонкопленочного магнитного материала со значением напряженности стирающего магнитного поля не менее 900 кА/м.

4. На основании экспериментальных исследований и проведенного анализа установлено, что при амплитудном значении напряженности периодического магнитного поля равным не менее 600 кА/м в частотном диапазоне от 0,1 до 20000 Гц, при длительности воздействия периодическим магнитным полем не менее 150 мс информация с произвольным типом записи стирается с тонкопленочного магнитного слоя НЖМД.

5. Из приведенных фрагментов электромагнитного рельефа испытуемых образцов НЖМД полученных экспериментальным путем установ-

лено, что корпуса и конструктивные элементы при суммарной толщине металлических элементов до 10мм ослабляют касательное импульсное магнитное поле с длительностью импульса 1,5 мс в 1,4-1,5 раза, а нормальное импульсное магнитное поле с длительностью импульса 5,5 мс в 1,6-1,7 раза.

6. По результатам экспериментальных исследований для надежного стирания информации рекомендуется, устанавливать пиковое значение напряженности импульсного магнитного поля воздействующего на НЖМД, с учетом потерь за счет экранирования 1200 кА/м, при длительности импульса не менее 2,5 мс.

Литература

1. Гуляев Ю.В., Хлопов Б.В., Житковский В.Д., Казанцев Г.В., Митягин Ал.Ю., Муравьев Э.Н., Романьков А.С., Соколовский А.А. Уничтожение информации с накопителей на жестких магнитных дисках // Инженерная физика, №2. 2004. С. 2-12.

2. Хлопов Б.В. Магнитные системы для аппаратуры уничтожения информации на магнитных носителях // Труды XI Международной научно-практической конференции «Современные информационные и электронные технологии» (Одесса), 2010. Т.1. С. 99.

3. Хлопов Б.В., Соколовский А.А., Митягин Ал.Ю. Способ стирания записи с магнитного носителя и устройство для его осуществления / Патент на изобретение № 2217816 (приоритет от 12.02.2002.). Опубликовано 27.11.2003. Бюл. № 33.

4. Хлопов Б.В., Герус С.В., Митягин А.Ю., Соколовский А.А.Экспериментальное исследование качества и полноты уничтожения информации с жестких магнитных дисков // Труды Международной научно-технической конференция «Информационные технологии и моделирование приборов и техпроцессов в целях обеспечения качества и надежности» (Сусс, Тунис). 2006. Т.м1. С. 38-43.

5. Гуляев Ю.В., Хлопов Б.В., Лобанов Б.С., Митягин Ал.Ю., Соколовский А.А., Тимирязева М.П., Фесенко М.В. Влияние внешних магнитных полей на информационную магнитную структуру современных жестких дисков // Нано-микросистемная техника. №11. 2010. С. 10-14.

6. Хлопов Б.В., Кузьминых А.С., Крутов М.М., Фесенко М.В.. Особенности измерения импульсных магнитных полей в полеобразующих системах // Труды Международной конференции «Магниты и магнитные материалы», Информационно-аналитический бюллетень. М.: МГГУ. 2007. Отдельный выпуск 1. С. 309-313.

7. Хлопов Б.В., Кузьминых А.С., Крутов М.М., Фесенко М.В. Влияние внешних магнитных полей на тонкопленочные слои магнитных носителей информации // Труды Международной конференции «Магниты и магнитные материалы», Информационно-аналитический бюллетень. М.: МГГУ. 2007. Отдельный выпуск 1. С. 314-316.

8. Гуляев Ю.В., Хлопов Б.В., Митягин Ал.Ю., Соколовский А.А. Способ стирания записей на магнитном носителе и устройство для его осуществления / Патент на изобретение №2267170 (приоритет от 05.05.2003). Опубликовано 27.12.2005. Бюл. №36.

9. Хлопов Б.В., Лобанов Б.С., Пикуль А.И. Методы повышения эффективности защиты информации, хранящейся на жестких магнитных дисках // T.Gomm Телекоммуникации и транспорт. № 4. 2009. С. 8-13.

10. Кравченко И.С., Хлопов Б.В., Фесенко М.В., Кузминых А.С. Внешнее магнитное поле для оперативного уничтожения информации на магнитных носителях // Перспективные материалы, 2008. Спец. вып. С. 299- 302.

11. Хлопов Б.В., Фесенко М.В. Устройство стирания записи на магнитном носителе / Патент на изобретение №2368020 от 20.09.2009. (приоритет от 30.01.2008). Бюл. № 26.

12. Хлопов Б.В., Фесенко М.В., Герус С.В., Митягин Ал.Ю., Соколовский А.А., Темирязева М.П. Влияние экранирования при воздействии импульсных магнитных полей на жесткие магнитные носители информации // Труды XV Международная научно-техническая конференция «Высокие технологии в промышленности России». М., 2009. С. 223-227.

УДК 004.056.53

ПОЛИТИКА БЕЗОПАСНОСТИ В СУБЪЕКТНО–ОБЪЕКТНОЙ МОДЕЛИ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИИ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ

Иван Сергеевич Боридько
научный сотрудник
МОУ «ИИФ»
Адрес: 142210, Московская обл.,
г. Серпухов, Большой Ударный пер., д. 1а
Тел.: +7(4967)35-31-93

Дмитрий Вячеславович Смирнов
доктор технических наук, доцент
генеральный директор Института –
Первый Вице-президент
МОУ «ИИФ»
Адрес: 142210, Московская обл.,
г. Серпухов, Большой Ударный пер., д. 1а
Тел.: +7(4967)35-31-93

В статье представлен подход к описанию взаимодействия сущностей в субъектно-объектной модели безопасности информации в автоматизированных системах (АС). Проведена декомпозиция сущностей АС на субъекты и объекты и получены процедуры и сценарии политики безопасности на основе взаимодействия сущностей в АС. Рассмотренный подход поможет создать при проектировании АС формализованную субъектно-объектную модель безопасности. В дальнейшем формализованные правила политики безопасности могут быть запрограммированы в соответствующих средствах защиты информации.

In article approach to the description of interaction of entities in a subject object model of safety of information in automated systems is described. Decomposition held entities automated systems of subject and object and received procedures and scripts based security cooperation entities in automated systems. The approach will help to create the design of automated systems formalized subject-object model of security. In the future, formal security policy can be programmed into the appropriate means of information protection.

Ключевые слова: автоматизированные системы, защита информации, модель безопасности, политика безопасности.

Keywords: automated systems, information security, security model, security policy.

О субъектно-объектной модели безопасности

Одной из наиболее перспективных для построения системы защиты информации моделей безопасности информации в автоматизированных системах (АС) является субъектно-объектная модель [1]. В данной модели все взаимодействующие в АС сущности декомпозируются на два множества: множество активных сущностей (субъектов) и множество пассивных сущностей (объектов). Объекты также могут делиться на два типа: объекты-источники, порождающие при воздействие на них одних субъектов другие субъекты и объекты-данные, не порождающие субъекты. Примерами субъектов могут служить пользователи, процессы. Примером объектов – сервер базы данных.

В теории защиты информации от несанкционированного доступа (ЗИ НСД) известна теорема [2], сущность которой заключается в том, что если в АС все субъекты обращаются к объектам по заданным правилам, множества субъектов и объектов изолированы друг от друга, а каналы связи между ними надежны, то такая АС является защищенной. Можно сказать, что эта теорема показывает то, что все вопросы ЗИ НСД сводятся к управлению доступом.

Компонентами АС являются объекты, реализующие логически законченную функциональность, например, комплексы средств автоматизации, серверы баз данных, серверы электронной почты и т.д. Угрозы информационной безопасности, риски индивидуальны для каждого компонента, но каждый компонент должен подчиняться единым правилам, политике безопасности системы.

Декомпозиция АС на субъекты и объекты

Выполним декомпозицию АС на субъекты и объекты. Согласно [3], под субъектом понимается «лицо или процесс, действия которого регламентируются правилами разграничения доступа». Таким образом, субъект – активная компонента АС. Учитывая, что согласно субъектно-объектной модели субъекты могут порождаться из объектов, то мы будем понимать под субъектами процессы, а субъектов - физических лиц называть пользователями.

Объект – «единица информационного ресурса автоматизированной системы, доступ к которой регламентируется правилами разграничения доступа» [3]. Объектом может быть и поле базы данных, и целая локальная сеть – все зависит от детализации рассмотрения. Правила разграничения доступа (ПРД) – «совокупность правил, регламентирующих права доступа субъектов доступа к объектам доступа».

Все программные, аппаратные, людские компоненты АС являются ее ресурсом. С точки зрения ЗИ НСД можно понимать под ресурсом АС программную среду.

Объекты сети существуют в ресурсе и представляют собой данные, несущие информацию о ресурсе, а также в них могут быть скрыты потенциальные субъекты АС. В самом деле, применив операцию «исполнение» к какому-либо объекту, мы активизируем субъекта. Объекты существуют в АС и «при выключенном питании» (хотя, естественно, могут быть объекты в оперативной памяти). Субъекты существуют только в оперативной памяти и инициализируются при включении питания компьютеров сети.

При этом происходит цепочка порождений субъектов – пользователь включает питание, при загрузке операционной системы порождается первый субъект, который порождает следующих и т.д. Порядок порождения субъектов при включении питания компьютера может быть изображен в виде дерева, в корне которого находится пользователь, а в листьях – пользовательские процессы. Порождение субъектов всей сети в целом, также как и одного компьютера в процессе его работы, может быть изображено лесом деревьев.

Субъект может иметь право на доступ к объекту для выполнения различных операций. Основными из них принято считать «чтение», «запись», «выполнение». Объект сам, как правило, не «может знать» прав доступа к нему. Поэтому для осуществления доступа субъект обращается к другому субъекту, монитору обращений (монитору ссылок). Будем называть в дальнейшем монитор обращений администратором. Администратор в общем случае сопоставляет права доступа данного субъекта к данному объекту с записанным в таблице (при дискреционных ПРД), либо сравнивает уровень секретности субъекта и объекта (при мандатных ПРД) и разрешает либо запрещает доступ.

Субъект-«администратор» целесообразно декомпозировать на администраторов, выполняющих отдельные функции. Принимается такая декомпозиция:

- администратор разграничения доступа (АРД), выполняющий функции монитора обращений;
- администратор процессов (АП), выполняющий функции монитора безопасности состояний;
- администратор управления доступом (АУД), выполняющий сервисные функции по управлению доступом (например, генерация и доведение до пользователей атрибутов безопасности, паролей, ключей и т.п.).

АРД состоит из ряда администраторов, размещающихся на различных уровнях эталонной модели взаимодействия открытых систем – от сетевого до уровня представления данных.

Программными администраторами управляют администраторы - физические лица:

- администратор сети (АС) – пользователь, обладающий дополнительными полномочиями по управлению функциями безопасности. Именно от его имени запускаются субъекты-администраторы;
- администратор системы, отвечающий за безопасность информации во всей АС в целом.

На *рисунке 1* изображено взаимодействие субъектов, объектов и администраторов. На нем показан еще и собственник, который и указывает администраторам ПРД к объектам (разрабатывает или утверждает политику безопасности).

Формализация модели безопасности

Основным свойством субъектно-объектной модели является то, что все порождаемые из объектов субъекты могут порождаться только при условии разрешения мониторов безопасности – администраторов. Администратор дает разрешение на создание субъектов, наделяет их правами по умолчанию, контролирует информационные потоки между объектами.

На *рисунке 2* по аналогии с [1] представлено схематичное изображение структуры АС с точки зрения распределения компонент сети на объекты и субъекты.

Обозначения на рисунке 2 следующие:

- затушеванными прямоугольниками обозначены барьеры защиты;

Известия
ИНСТИТУТА ИНЖЕНЕРНОЙ ФИЗИКИ

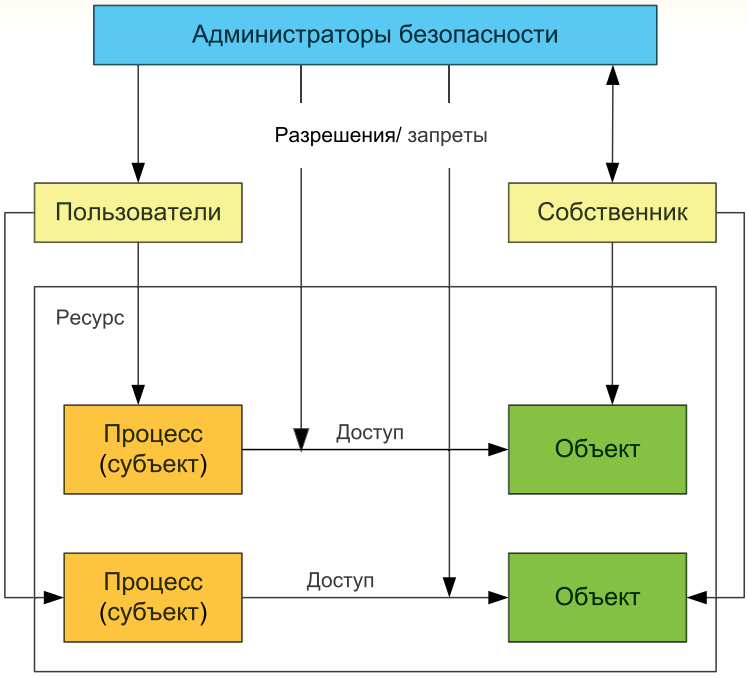


Рис. 1. Пояснение понятий субъекта, объекта, ресурса

– A – администратор, O – объекты, S – субъекты.

– $\{R\}$ – множество видов доступа (операций) в сети;

– $\{T\}$ – множество требований к механизмам защиты АС:

- при передаче (шифрование, контроль целостности, неотказуемость авторства);
- при аутентификации и авторизации (требования к паролями, другим факторам аутентификации, ЭЦП);
- при аудите и регистрации событий и т.п.

Для построения субъектно-объектной модели необходимо описать процесс взаимодействия между субъектами и объектами системы, управление информационными потоками в вычислительной среде.

Формализация модели безопасности заключается в том, что представляются логические выражения, связывающие множества субъектов-объектов с множествами видов доступа (операций) в сети. Эта связь управляется и контролируется администраторами, вызывающими те или иные сервисы/механизмы безопасности.

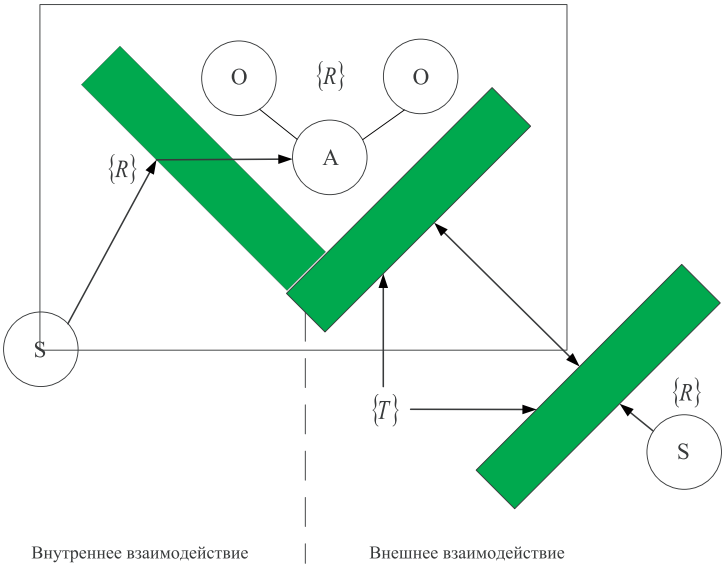


Рис. 2. Субъектно-объектная декомпозиция структуры АС

Рассмотрим наиболее часто встречающиеся операции, характерные для АС.

При этом будем придерживаться таких обозначений:

$Comm(S) \xrightarrow{A} O$ означает, что субъект S выполняет команду $Comm$ над объектом O под управлением (при разрешении) администратора A.

Процедура создания пары субъект-объект, наделение их атрибутами безопасности

Это достаточно часто встречающаяся операция, выполняющаяся как при появлении нового пользователя АС, так и при появлении нового объекта доступа. Конечно, для ускорения ее выполнения на практике обычно будут связываться не конкретный субъект с конкретным объектом, а член группы субъектов с членом группы объектов.

Для каждой группы ресурсов определена группа субъектов, которые имеют к нему различные типы доступов. Точно также для каждой группы субъектов определены их права по доступу к группам объектов. Для простоты изложения рассмотрим создание связи «субъект-объект» (СО).

1) Создание субъекта.

1. АС создает вначале «пустого» субъекта: $Generate(A_S) \to S_i$, где A_s – администратор системы (АС), затем наделяет его определенными правами по отношению к объекту (группе объектов), включает в ту или иную группу субъектов (например, присваивает ему определенный уровень конфиденциальности). Эта информация включается в базы данных администратора управления доступом (АУД). Обозначим эту операцию как $Rights_{O_i}(A_S) \longrightarrow S_i, A_d$, где $Rights_{O_i}(\cdot)$ – права субъекта по отношению к объекту, A_d – АУД.

2. Однако простого наличия прав у субъекта недостаточно для того, чтобы он получил доступ к объекту: он может быть лишь идентифицирован. Для того,чтобы он мог быть аутентифицирован, ему необходимы атрибуты безопасности. АС через АУД выдает эти атрибуты субъекту. Например, пользователь может физически прибыть для получения пароля/ключа к АС. Другим вариантом является получение пользователем атрибутов удаленным образом – здесь уже АС не вмешивается в работу АУД. Однако в данном случае АРМ пользователя должен быть способен как-то установить защищенное соединение с АУД еще до получения пользователем атрибутов безопасности. Выходом является использование механизмов безопасности на сетевом или канальном уровне, например, сетевой карты с криптоинтерфейсом.

Операция получения пользователем атрибутов безопасности может быть записана в виде: $Attribs_i \xrightarrow{A_d|A_S} S_i$, где вертикальная черта показывает, что АУД работал по команде АС (хотя в данном случае это не всегда обязательно).

3. После создания нового пользователя можно проверить его работоспособность. АУД выдает ему команду, по которой субъект автоматически посылает некоторую текстовую последовательность, например, хэш пароля или какой-то зашифрованный постоянный текст. АУД проверяет результаты инициализации, делает отметки в журнале аудита и выдает отчет АС:

$$Quest(A_d) \to S_i;\ Rpl(S_i) \to A_d;\ Res(A_d) \to A_s$$

С этого момента субъект может приступать к передаче непосредственных команд для операции со своим ресурсом. Запишем данную процедуру с помощью введенных обозначений, кроме квитанций подтверждений об успешности выполнения операций.

1. $Generate(A_S) \to S_i$;
2. $Rights_{O_i}(A_S) \longrightarrow S_i, A_d$;
3. $Attribs_i(A_d) \xrightarrow{(A_S)} S_i$;
4. $Quest(A_d) \to S_i;\ Rpl(S_i) \to A_d;\ Res(A_d) \to A_s$.

Процедуру регистрации событий в журнале аудита можно представить в виде модификации объекта – журнала аудита:

$$Modify(A_i) \xrightarrow{Reg} O_i.$$

2) Создание объекта.

Объекты могут создавать пользователи, администраторы, а также субъекты-программные модули. Принцип для всех один и тот же.

Запрос на создание объекта: $Quest_{O_i}(S_i) \to A_{rd}$, где A_{rd} – администратор разграничения доступом (АРД). В команду $Quest$ включены идентификатор и аутентификатор пользователя.

Аутентификация $Authent(A_{rd}) \to S_i$.

Если результат положительный, то – запрос к АУД: $Quest_{S_i,O_i}(A_{rd}) \to A_d$.

АУД отвечает: $Rpl_{S_i,O_i}(A_d) \to A_{rd}$.

АРД сообщает субъекту о разрешении или отказе в создании объекта: $Rpl_{S_i,O_i}(A_{rd}) \to S_i$.

Если ответ положительный, субъект создает объект: $Generate(S_i) \xrightarrow{A_{rd},A_d} O_i$.

Далее от наделяет его атрибутами безопасности (теми, которыми ему разрешено наделять): $Attribs_i(S_i) \xrightarrow{A_{rd},A_d} O_i$.

Осуществление доступа субъекта к объекту

Последовательность операций по доступу субъекта к объекту похожа на последовательность при создании объекта. Субъект не может самостоятельно осуществить доступ, все запросы перехватывает АРД.

Известия
ИНСТИТУТА ИНЖЕНЕРНОЙ ФИЗИКИ

1. $Comm(S_i) \xrightarrow{A_{rd}?} O_i$.
2. $Authent(A_{rd}) \to S_i$.
3. Если результат положительный, то $Quest_{S_i,O_i}(A_{rd}) \to A_d$.
4. $Rpl_{S_i,O_i}(A_d) \to A_{rd}$.
5. Если ответ положительный, то $Comm(S_i) \xrightarrow{A_{rd},A_d} O_i$.

Назовем активным объект, способный порождать субъекты. Такие объекты могли бы самостоятельно контролировать доступ к себе, но это противоречит предлагаемой модели безопасности (все контролирует АРД). Поэтому в этом случае АРД просто должен сообщить объекту о разрешении к нему доступа субъекта.

Взаимодействие с внешними сетями

Пусть субъект желает передать свои данные в другую локальную сеть.

1. $Comm(S_i) \xrightarrow{A_{rd}?} A_{vs}$, где A_{vs} – администратор внешних связей (АВС).
2. $Authent(A_{rd}) \to S_i$.
3. Если результат положительный, то $Quest_{S_i,A_{vs}}(A_{rd}) \to A_d$.
4. $Rpl_{S_i,A_{vs}}(A_d) \to A_{rd}, A_{vs}$.
5. Если ответ положительный, то $Comm(S_i) \xrightarrow{A_{rd},A_d} A_{vs}$.

Таким образом, при посредничестве АРД и АУД субъект получил доступ к АВС. Теперь он начинает взаимодействовать с этим администратором. АУД уже сообщил АВС права и атрибуты безопасности субъекта. Атрибуты безопасности нужны для того, чтобы АВС самостоятельно выполнил аутентификацию, иначе, существует опасность атаки с перехватом сессии после аутентификации.

6. $Quest(A_{vs}) \to S_i$.
7. $Rpl(S_i) \to A_{vs}$; $Quest(S_i) \xrightarrow{A_{rd},A_d} A_{vs}$ (одновременно с ответом на запрос аутентификации субъект посылает запрос на выполнение действий).
8. Если результат аутентификации положительный и запрос субъекта соответствует его правам, то АВС дает разрешение на выполнение передачи данных (или, например, на доступ к серверу электронной почты):
9. $Rpl(A_{vs}) \to S_i$.

Если пользователь желает передать данные в другую локальную сеть, то перед этим АВС устанавливает безопасное соединение с АВС другой локальной сети, которую запросил пользователь. При этом выполняется протокол взаимной аутентификации, возможно, с выработкой сессионного ключа, который здесь не рассматривается.

10. АВС передает АВС другой сети адрес вызываемого субъекта: $IP_addr(A_{vs}) \to A_{vs2}$.
11. АВС другой сети находит в своей базе нужного пользователя, устанавливает с ним связь, аутентифицирует его и дает подтверждение АВС «нашей» сети о готовности к приему данных:
$Rpl_{IP_addr}(A_{vs2}) \to A_{vs}$.
12. Пользователь посылает данные АВС, а АВС – АВС другой сети по зашифрованному каналу. АВС другой сети расшифровывает данные и пересылает их пользователю. В обратную сторону идут квитанции, подтверждающие прием пакетов сообщения.

Примерно также происходит прием сообщений из внешней сети. В начале аутентифицируется АВС другой сети (без участия АУД, АРД), затем проверяется субъект нашей сети (с участием АРД, АУД), устанавливаются защищенные соединения и принимаются данные.

Удаление субъекта-объекта

При удалении может не происходить полного уничтожения субъекта и объекта, записи о них переносятся в резервную область памяти, где хранятся в течении обусловленного времени.

Конечно, чаще всего фактически выполняется удаление только субъекта или только объекта, но и эти случаи можно рассматривать, как удаление пары субъект-объект.

Опишем сценарий удаления субъекта, который является по существу обратным последовательности его создания.

1. Вначале выполняется уничтожение объектов, ассоциированных только с этим субъектом и не являющимися нужными другим. Например, таким объектом может являться личная папка (файлы) пользователя. Данная операция осуществляется под управлением администратора системы $Modify(A_S) \to \varnothing$, где $\varnothing$ означает пустой объект.

2. Удаление у субъекта атрибутов информационной безопасности и прав доступа. Осуществляет АУД после получения управления от администратора сети, подтверждающего факт обнуления объекта: $DelAttribs(A_d) \xrightarrow{A_S} S_i$.

3. Удаление «нулевой» пары субъект-объект (модификация базы данных АУД). Производится АУД: $Modify(A_d) \to O_{bd}$.

С помощью введенных формальных операций можно описать поведение АС в соответствии с разработанной политикой безопасности. При выполнении требований обеспечения информационной безопасности, предъявляемых к объектам и субъектам, а также к процедурам взаимо-

действия с ними, АС будет находиться в безопасном состоянии, в рамках выполнения описанного набора операций. В итоге использования модели удается сформулировать набор априорно неочевидных требований к компонентам сети и системе защиты. Совокупности этих требований должны отвечать компоненты сети и проектируемая система защиты.

Адекватность разработанной модели может быть проверена путем анализа угроз безопасности информации, роли и места отдельных механизмов защиты в их предотвращении, «проигрывания» ряда типичных сценариев работы АС и демонстрацией того, как в каждом случае обеспечивается защита.

Литература

1. Щербаков А.Ю. Современная компьютерная безопасность. Теоретические основы. Практические аспекты. М.: Книжный мир, 2009. 352 с..

2. Грушо А.А. Тимонина Е.Е. Теоретические основы защиты информации. М.: Издательство агентства “Яхтсмен”, 1996. 192 с.

3. Руководящий документ. Защита от несанкционированного доступа к информации. Термины и определения. Гостехкомисия России. М.: 1992.

УДК 004.9

КЛАССИФИКАЦИЯ СТЕГАНОГРАФИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ

Игорь Александрович Игнатенко
аспирант
инженер МОУ «ИИФ»
Адрес: 142210, Московская обл.,
г. Серпухов, Большой Ударный пер., д. 1а
Тел.: +7(4967)35-31-93
E-mail: refugee.iif@gmail.com

Вадим Геннадиевич Грибунин
доктор технических наук
ведущий научный сотрудник
МОУ «ИИФ»
Адрес: 142210, Московская обл.,
г. Серпухов, Большой Ударный пер., д. 1а
Тел.: +7(4967)35-31-93

В статье разработана классификация известных стеганографических методов с анализом достоинств и недостатков каждой группы методов.

The paper developed a classification of known steganographic methods to the analysis of advantages and disadvantages of each method.

Ключевые слова: стеганография, мультимедиа, JPEG, преобразование Фурье, дискретное косинусное преобразование, аудиосигнал.

Keywords: steganography, multimedia, JPEG, Fourier transform, discrete cosine transform, the audio.

Развитие стеганографических технологий внедрения скрытых данных в мультимедийную информацию происходит на протяжении уже двух десятилетий. За это время в мире были не только разработаны и проанализированы многочисленные стеганографические системы, но и выработаны общие подходы к их конструированию. Так как стеганографические методы внедрения в изображения и звук различаются, рассмотрим вначале методы внедрения в изображения.

Если первые известные методы были основаны на модификации наименьших значащих бит (НЗБ) изображений, то в современных работах используются сложные алгоритмы внедрения в области обобщенного преобразования Фурье с учетом свойств человеческого зрения [3].

Разработаем классификацию известных стеганографических методов, проанализируем достоинства и недостатки каждой группы методов.

Анализ показывает, что можно выделить следующие классификационные признаки:

1) по типу области внедрения;

2) по числу бит контейнера, требуемых для передачи бита маскируемых данных;

3) по типу модификации пикселей (коэффициентов);

4) по наличию ключа внедрения/извлечения;

5) по наличию информации о контейнере и о стегоканале в кодере/декодере;

6) по типу маскируемого сообщения.

Итак, первым классификационным признаком можно считать используемую область внедрения.

1) Классификация по типу области внедрения:

- в пространственную область;
- в область двумерного преобразования Фурье;
- в область двумерного дискретного косинусного преобразования (ДКП);
- в область двумерного вейвлет-преобразования (ВП).

Внедрение в пространственную область изображения – наиболее вычислительно простой метод (не надо выполнять преобразование). Другим его достоинством является легкость определения «незначащей» информации, которая не будет влиять на визуальное восприятие. Это – не только плоскости НЗБ, но и пиксели, расположенные в высокочастотных, текстурных областях изображения, искажение которых незаметно для восприятия. Недостатком метода является то, что в сетях общего пользования

изображения в пространственной области встречаются редко (обычно – JPEG).

Выполнение Фурье-преобразования изображения возможно различным образом: либо всего изображения в целом, либо его небольших областей, аналогично преобразованию ДКП, используемому в JPEG. Во втором случае можно добиться существенного перераспределения энергии коэффициентов – большая часть энергии будет сосредоточена в малом числе коэффициентов. Это достигается за счет свойства локальной однородности изображения. Помимо базиса Фурье для преобразования в целях внедрения ЦВЗ исследовалось и использование других базисов: Хаара, Уолша, Адамара. Известны [3] следующие рекомендации: чем хуже преобразование перераспределяет энергию коэффициентов, тем оно более предпочтительно для использования при стеганографических. Это связано с тем, что у таких преобразований больше подходящих для модификации коэффициентов [4].

Внедрение в коэффициенты ДКП аналогично внедрению в Фурье-коэффициенты. Это преобразование выделено отдельно, так как оно используется в популярном формате сжатия JPEG. Поэтому внедрение можно выполнять одновременно со сжатием, либо осуществлять внедрение в изображения JPEG без осуществления их полной декомпрессии.

Вейвлет-преобразование применяется, в отличие от ДКП, ко всему изображению [1]. Коэффициенты преобразования имеют межполосные зависимости, которые необходимо учитывать при внедрении. Преимуществом использования вейвлет-преобразования для внедрения является то, что его коэффициенты имеют явную трактовку, что облегчает их модификацию. Каждый коэффициент отвечает за свою пространственно-частотную область. Кроме того, вейвлет-преобразование применяется в стандартах JPEG-2000 и MPEG-4. Поэтому его применению посвящено много работ.

Следующий классификационный признак – то, каким образом изменяются выбранные для модификации отсчеты.

2) По числу бит контейнера, требуемых для маскирования бита данных, можно выделить алгоритмы:

- скалярные, когда маскирование бита данных происходит путем модификации одного отсчета изображения;
- векторные, или матричные.

В этих алгоритмах для внедрения бита данных изменяется группа пикселей. Например, может изменяться среднее значение группы пикселей, или четность разности между наибольшим и наименьшим пикселем. Преимущество векторных стеганографических алгоритмов заключается в большей степени свободы у кодера, что позволяет уменьшить искажения. Недостатком является возможное снижение пропускной способности.

В некоторых векторных алгоритмах за счет изменения группы отсчетов внедряется не один, а несколько бит данных.

Особым типом векторных алгоритмов является алгоритм фрактального внедрения, использующее свойство самоподобия областей изображения.

3) По типу модификации пикселей (коэффициентов) скалярные алгоритмы можно разделить на алгоритмы:

- замещения энергии изображения энергией внедряемых бит;
- аддитивные (информация добавляется к отсчетам);
- нелинейные алгоритмы с использованием квантования.

Исторически первыми появились алгоритмы замещения, когда НЗБ изображения заменялись внедряемыми битами. Недостатки метода НЗБ общеизвестны и заключаются в разрушении статистических связей плоскости НЗБ изображения.

Алгоритмы аддитивного стеганографических заключаются в линейной модификации коэффициентов исходного изображения. Простейшим примером является «алгоритм», добавляющий или вычитающий из отсчетов изображения единицу. Декодер в этом случае такой же как и в случае НЗБ. В случае использования модуляции шумоподобными сигналами, извлечение внедреной информации в декодере производится корреляционными методами.

В нелинейных стеганографических алгоритмах используется, как скалярное, так и векторное квантование. При векторном квантовании, в отличии от скалярного, происходит отображение не отдельно взятого отсчета, а их совокупности (вектора). Большое количество работ в области стеганографических посвящено так называемой модуляции с квантованным индексом (QIM).

4) Классификация по наличию стеганографического ключа внедрения/извлечения:

- бесключевые стеганографические системы;
- стеганографические системы с секретным ключом (симметричные);
- стеганографические системы с открытым ключом (асимметричные).

Бесключевые стеганографические системы

Известия
ИНСТИТУТА ИНЖЕНЕРНОЙ ФИЗИКИ

имеют ограниченное применение. Например, это может быть стеганографическая система, в которой декодер имеет исходное изображение (пустой контейнер).

Наибольшее распространение получили стеганографические системы с секретным ключом, который используется обычно для указания местоположения модифицируемых пикселей, а также порядка их изменения.

Стеганографические системы с открытым ключом с точки зрения внедрения аналогичны системам с секретным ключом. Разница заключается лишь в механизмах управления ключами.

5) Классификация по наличию информации в стеганографическом кодере/декодере:

- у кодера/декодера нет никакой информации о контейнере и канале;
- в кодере имеется информация о классе изображений, к которым принадлежит пустой контейнер;
- в кодере имеется вся информация относительно пустого контейнера;
- в кодере имеется информация о возможных искажениях в стегоканале;
- у декодера имеется информация о классе изображений, к которым принадлежит пустой контейнер;
- у декодера имеется пустой контейнер;
- у декодера имеется информация о возможных искажениях в стегоканале;
- у декодера есть информация относительно значения внедряемого бита.

Возможны также различные комбинации вышеприведенных случаев.

Приведенная классификация стеганографических методов в изображения справедлива и для стеганографических методов в аудиосигналы. Вместе с тем, для данной области имеются дополнительные особенности, приводящие к появлению дополнительных классификационных признаков, которые описаны ниже.

Важнейшим классификационным признаком является классификация по типу контейнера, который может быть потоковым и фиксированным. Потоковый контейнер характерен, например, для систем телефонии, передачи сигналов аудионаблюдения, радиопередач. Основная трудность внедрения в такой контейнер заключается в его неизвестной заранее длине и статистических характеристиках. Стеганографический кодер не имеет возможности распределить внедряемые биты по всему контейнеру и вынужден довольствоваться небольшими фрагментами сигнала. Кроме того, внедрение в конкретный фрагмент производится без учета последующих фрагментов, нет возможности корректировки решений по внедрению в предшествующие фрагменты. То есть у потокового контейнера отсутствует возможность произвольного доступа к его отсчетам.

Кроме того нельзя быть уверенным в том, что контейнер не «закончится» раньше, чем будет передано скрытое сообщение.

Другим классификационным признаком является классификация по количеству аудиоканалов. Музыкальная композиция может быть монофонической, стереофонической, квадрофонической и т.п. Например, звуковое сопровождение фильмов на DVD выполняется, как правило, в шестиканальном варианте (5 боковых динамиков + сабвуфер). Вопрос о том, насколько коррелированны сигналы в различных каналах, напрямую влияет на безопасность внедрения. В известных работах данный вопрос не исследовался.

Основные стеганографические методы в изображения состоят в модификации пикселей либо коэффициентов обобщенного преобразования Фурье. Ограниченное применение находят методы модификации палитры (для соответствующих изображений). В случае аудиосигналов возможностей внедрения больше.

6) По области встраивания методы внедрения скрытой информации в аудиосигналы можно классифицировать следующим образом [2]:

- внедрение в отсчеты сигнала;
- внедрение в частотную область сигнала;
- внедрение за счет модификации фазы сигнала;
- внедрение за счет модификации масштабов времени сигнала;
- внедрение за счет модификации эхо-сигнала.

Методы внедрения информации в видеосигналы в основном аналогичны методам внедрения информации в неподвижные изображения. Конечно, в этой области существуют определенные нюансы, рассмотрение которых выходит за рамки настоящей статьи.

Литература

1. Аграновский А., Балакин А., Грибунин В., Сапожников С. Стеганография, цифровые водяные знаки и стеганоанализ. М.: Вузовская книга, 2009. 220 с.
2. Воробьев В.И., Грибунин В.Г. Теория и практика вейвлет-преобразования. СПб.: ВАС, 1999. 204 с.
3. Грибунин В., Оков И., Туринцев И. Цифровая стеганография. М.: Солон-пресс, 2002. 272 с.
4. Грибунин В., Сапожников С. Основы цифровой стеганографии. Саров: Изд-во РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2005. 96 с.

УДК 658.5.012.2

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СТРАТЕГИЙ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

Евгений Александрович Михеев
кандидат технических наук
научный сотрудник
МОУ «ИИФ»

Борис Федорович Безродный
доктор технических наук, профессор
главный инженер
ПКТБ железнодорожной автоматики
и телемеханики
Адрес: 105082, Москва, Переведеновский пер., д. 21/9
Тел.: +7(499)504-01-19

Александр Николаевич Пашнев
научный сотрудник
МОУ «ИИФ»
Адрес: 142210, Московская обл.,
г. Серпухов, Большой Ударный пер., д. 1а
Тел.: +7(4967)35-31-93

В статье рассмотрен подход к оценке эффективности внедрения системы менеджмента качества. Рассмотренный подход основан на оценке уровня вероятности выпуска бездефектной продукции. Достоинством подхода является то, что он учитывает варианты стратегий менеджмента качества в условиях случайных факторов, дестабилизирующих процесс производства продукции.

This article describes an approach to evaluating the effectiveness of the quality management system implementation. The approach is based on assessing the level of the probability of production of defect-free products. The advantage of the approach is that it takes into account the quality management policy options in terms of random factors destabilizing the process of production.

Ключевые слова: производственный процесс, этапы производственного цикла, радиоэлектронная аппаратура, система менеджмента качества, вероятность выпуска бездефектной продукции, вероятностно-игровой подход.

Keywords: manufacturing process, the stages of the production cycle, radioelektron systems, quality management system, the probability of release without-defective products, the probability-game approach.

В настоящее время существует большое количество различных методик оценки частных критериев эффективности, в том числе вероятностных, процесса внедрения систем менеджмента качества (СМК) и его этапов. Однако единый подход в данном вопросе отсутствует. Поэтому возникает необходимость разработки модели указанного процесса, позволяющей оценивать вероятность выпуска бездефектной продукции (процент выхода годных) и учитывающей на каждом этапе производственного цикла как использование различных вариантов стратегий менеджмента качества, так и влияние различных факторов, дестабилизирующих процесс производства продукции, что и является целью данной статьи.

Вероятность выпуска бездефектной продукции, а следовательно и эффективного внедрения системы менеджмента качества на производственном предприятии, целесообразно рассчитывать путем перемножения вероятностей $P_1, \ldots, P_n$ успешного (бездефектного) осуществления отдельных этапов (процессов) производственного цикла. Поскольку они (процессы) выполняются последовательно, то соответственно могут считаться статистически независимыми событиями. При таком подходе к построению математической модели процесса производства продукции этапы производственного цикла (процессы СМК) следует разбить на подэтапы (операции), которые представляют собой также статистически независимые события и выбрать их рациональное количество, чтобы модель с одной стороны адекватно отражала реальный ход событий, а с другой стороны не представляла трудностей с точки зрения применения соответствующего математического аппарата.

Например, при производстве радиоэлектронной аппаратуры с этой целью можно выделить следующие этапы: 1) закупка комплектующих элементов и материалов, 2) проектирование и производство печатных плат, 3) монтаж элемен-

тов на печатные платы и сборка устройства в целом, 4) приемосдаточные испытания, ОТК и упаковка.

При формировании указанной модели необходимо определить пооперационный состав процессов (этапов), другими словами их деление на подэтапы (операции), которые в свою очередь могут быть также детализированы. Такой подход позволяет разложить на элементарные операции, для которых справедлив предложенный вероятностно-игровой подход, производственный процесс любой сложности. В приведенном выше примере это можно осуществить следующим образом.

1. Закупка комплектующих элементов и материалов: выбор и оценка поставщиков; транспортировка; входной контроль; хранение.

2. Проектирование и производство печатных плат: проектирование; изготовление фотошаблонов; изготовление печатных плат; контроль качества изготовления.

3. Монтаж элементов на печатные платы и сборка устройства в целом: монтаж элементов; пайка волной; вязка жгутов; монтаж в корпус.

4. Приемосдаточные испытания, ОТК и упаковка: параметрический контроль; приемосдаточные испытания; подготовка сопроводительной документации; упаковка и сдача на склад.

Предполагается, что, определив наиболее существенные для рассмотрения элементы операций, мы полностью определяем возможные типовые производственные ситуации и соответственно далее речь может идти об определении своего рода стратегий, подразумевающих применение конкретных вариантов предупреждающих или корректирующих действий, предусмотренных СМК в условиях той или иной производственной ситуации, с последующим объединением их в специальные группы, определяющие стратегии менеджмента качества на конкретном этапе или подэтапе. При условии, что учтены наиболее существенные элементы операций и взаимосвязи между ними, а также предупреждающими и корректирующими действиями, эти стратегии следует формировать так, чтобы они составляли полную группу событий. Учитывая выбранный вероятностный подход к оценке эффективности применения стратегий менеджмента качества, вероятность бездефектного выполнения каждой операции рассматриваемого этапа (процесса) производственного цикла с использованием при этом одной из соответствующих данной операции стратегий менеджмента качества может быть рассчитан при помощи формулы полной вероятности. При этом условные вероятности бездефектного выполнения конкретной операции с использованием конкретной стратегии менеджмента качества можно вычислять, применяя метод экспертного оценивания.

Сущность экспертного оценивания заключается в рациональной организации проведения высококвалифицированными специалистами анализа проблемы с количественным оцениванием суждений и обработкой их результатов. При этом можно выделить следующие основные этапы экспертного оценивания:

- подбор экспертов и организация опроса,
- выбор шкалы измерений,
- выбор метода обработки оценок отдельных экспертов,
- проверка согласованности оценок,
- обработка экспертных оценок.

Также расчет указанных условных вероятностей может осуществляться на основании статистических данных, в частности о проценте допущенного на операции брака, получаемых в результате мониторинга процессов СМК с целью их измерения.

Таким образом, можно приступить к непосредственному построению вероятностной модели этапов процесса внедрения системы менеджмента качества производственного предприятия. Описанная выше возможность разложения производственного процесса любой сложности на последовательности этапов и подэтапов с любой глубиной иерархии позволяет без ограничения общности рассмотреть простейшую модель производственного процесса, состоящего из нескольких последовательно организованных относительно независимых этапов.

Пусть в общем случае рассматриваемый производственный процесс состоит из статистически независимых этапов, вероятности успешного завершения которых (события A_i) обозначим $P_i = P(A_i)$, $(i = \overline{1, n})$. Тогда вероятность бездефектного выполнения всего процесса равна:

$$P = \prod_{i=1}^{n} P_i = \prod_{i=1}^{n} P(A_i) \qquad (1)$$

Теперь предположим, что на i-м этапе могут использоваться k_i различных стратегий менеджмента качества, которые разбиты на mi функциональных групп по $l_{ij}(i = \overline{1, m_i})$ конкретных вариантов предупреждающих или корректирующих действий в каждой. События, описывающие использование упомянутых стратегий менеджмента качества, как было указано выше, образуют полную группу взаимно непересекающихся событий, поскольку использование одной из стратегий менеджмента качества исключает использование другой, и какая-либо из страте-

гий будет использоваться обязательно. При таком подходе, самым тривиальным будет случай, когда предупреждающие или корректирующие действия вообще не применяются. В результате можно записать вероятность успешного (бездефектного) выполнения i-го этапа по формуле полной вероятности:

$$P(A_i)=\sum_{j=1}^{k_i}P(A_i|B_{ij})P(B_{ij})=\sum_{j=1}^{k_i}r_{ij}q_{ij} \qquad (2)$$

где $r_{ij}=P(A_i|B_{ij})$ – условная вероятность успешного завершения i-го этапа при условии выбора для его обеспечения j-й стратегии менеджмента качества;

$q_{ij}=P(B_{ij})$ – безусловная вероятность выбора из возможных вариантов j-й стратегии менеджмента качества для обеспечения i-го этапа, то есть частота с которой она выбирается.

Отметим, что множества вариантов предупреждающих или корректирующих действий, обеспечивающих бездефектное выполнение этапов, могут как не пересекаться для различных рассматриваемых этапов, так и совпадать. Последний вариант представляется нам более вероятным. В общем случае множества рассматриваемых вариантов предупреждающих или корректирующих действий могут иметь не пустое пересечение.

Подставляя формулу (2) в формулу (1) получаем:

$$P=\prod_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{k_i}P(A_i|B_{ij})P(B_{ij})=\prod_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{k_i}r_{ij}\,q_{ij}\,. \qquad (3)$$

Теперь рассмотрим процедуры оценки условных вероятностей r_{ij} и безусловных вероятностей q_{ij} из формулы (2).

Безусловные вероятности q_{ij} применения на i-м этапе j-й стратегии менеджмента качества при вычислении вероятности бездефектного выполнения i-го этапа, как правило, оцениваются методом экспертных оценок [3]. Отступать от этого правила нецелесообразно, тем более, что при рациональном планировании внедрения системы менеджмента качества величины этих безусловных вероятностей использования стратегии менеджмента качества, т.е. конкретных комплексов предупреждающих или корректирующих действий, являются параметрами и вычисляются однозначно, исходя из максимума критерия бездефектности, а их оптимальные значения носят характер рекомендуемых в среднем частот применения конкретных стратегий менеджмента качества.

Условные вероятности r_{ij} бездефектного выполнения i-го этапа с применением для его реализации j-й стратегии менеджмента качества (комплекса предупреждающих или корректирующих действий) зависит от конкретного состава этой стратегии (комплекса), содержания входящих в нее предупреждающих или корректирующих действий и порядка их применения, а также от влияния различных факторов, дестабилизирующих процесс производства продукции. Оценкам именно этих условных вероятностей посвящены известные методики и модели [2]. Однако эти методики основаны, в основном на экспертных оценках и имеют значительную погрешность в силу их существенной субъективности.

Предлагается следующая методика оценки этих условных вероятностей.

Пусть в результате анализа брака в соответствии с принципами ИСО-9000 на i-м этапе технологического цикла имеются $\Pi_{i1}, \dots, \Pi_{is}$ $(s = n_i)$ взаимоисключающих причин (дестабилизирующих технологический процесс воздействий) возникновения дефектов, по причине которых на этом этапе из общего числа n производимых изделий бракуются $n_Б(\Pi_{it})$ изделий. Определим множество причин брака, устраняемых i-м этапе технологического цикла стратегией менеджмента качества B_{ij}, как подмножество $\{\Pi_{it_1},\dots,\Pi_{it_{s_j}}\}$, где $t_1, \dots, t_{sj} \in \{1, \dots, s\}$. Как правило, можно считать, что $s_j=l_{ij}$, так как для нейтрализации каждой причины возникновения дефектов в стратегии менеджмента качества B_{ij} используется отдельное предупреждающее или корректирующее действие. Эти множества для разных j могут пересекаться, но

$$\bigcup_{j=1}^{k_i}\{\Pi_{k_1},\dots,\Pi_{k_{s_j}}\}=\{\Pi_1,\dots,\Pi_s\}.$$

Тогда количество бракуемых на i-м этапе технологического цикла изделий после применения на i-м этапе j-й стратегии менеджмента качества снизится на

$$n_Б(B_{ij})=\sum_{k=1}^{s_i}n_Б(\Pi_{it_k}). \qquad (4)$$

и составит $n_{iБ}-n_Б(B_{ij})$, где $n_{iБ}$ – количество бракуемых на i-м этапе технологического цикла изделий до применения на i-м этапе j-й стратегии менеджмента качества. Тогда условную вероятность $P(A_i|B_{ij})$ бездефектного завершения i-го этапа, при условии выбора для его обеспечения j-й стратегии менеджмента качества можно оценить величиной $1-(n_{iБ} - n_Б(B_{ij}))\,/\,n$ против $1-n_{iБ}\,/\,n$ до применения на этом этапе технологического цикла какой-нибудь стратегии менеджмента качества. Следует отметить, до i-го этапа технологического цикла доходит лишь часть изделий, за исключением забракованных системой менеджмента качества на предыдущих этапах. Поэтому

Известия
ИНСТИТУТА ИНЖЕНЕРНОЙ ФИЗИКИ

более точной оценкой условной вероятности бездефектного завершения i-го этапа, при условии выбора для его обеспечения j-й стратегии менеджмента качества будет величина

$$r_{ij} \approx 1 - \frac{\left(n_{i\text{Б}} - n_{\text{Б}}\left(B_{ij}\right)\right)}{n - \sum_{k=1}^{i-1} n_{k\,\text{Б}}} . \qquad (5)$$

Однако такое уточнение на практике большого смысла не имеет по причине невысокого общего процента брака при современном уровне производства электронной аппаратуры, а усложнение в модель вносит существенное, нарушая, в первую очередь, условие статистической независимости этапов технологического процесса. Другими словами для дальнейшего практического использования целесообразно принять оценку

$$r_{ij} \approx 1 - \frac{\left(n_{i\text{Б}} - n_{\text{Б}}\left(B_{ij}\right)\right)}{n} . \qquad (6)$$

В статистической отчетности системы менеджмента качества, как правило, присутствует информация о вероятности появления брака (дефектов изделий) на i-м этапе технологического цикла $P_{i\text{Б}}=n_{i\text{Б}} / n$ до применения стратегий менеджмента качества и получаемые на основе факторного анализа процентные соотношения причин возникновения дефектов на i-м этапе технологического цикла, то есть условных вероятностей

$$P_{i\text{Б}}\left(\Pi_{it_k}\right) = n_{\text{Б}}\left(\Pi_{it_k}\right) / n_{i\text{Б}}$$

того, что дефект (брак) появился по причине Π_{it_k}. Тогда

$$r_{ij} \approx 1 - P_{i\text{Б}} \cdot \left(1 - \sum_{k=1}^{s_i} P_{i\text{Б}}\left(\Pi_{it_k}\right)\right) . \qquad (7)$$

Данное соотношение справедливо, если применяемая на i-м этапе технологического цикла стратегия менеджмента качества B_{ij} устраняет причины возникновения дефектов $\left\{\Pi_{it_1}, \ldots, \Pi_{it_{s_i}}\right\}$ с вероятностью 1, то есть полностью. На практике такое встречается редко. Поэтому, если ввести в качестве показателя эффективности (вероятности) v_{ijt_k} устранения на i-м этапе технологического цикла стратегией менеджмента качества Bij причины возникновения дефектов Π_{it_k}, то формула (7) примет вид

$$r_{ij} \approx 1 - P_{i\text{Б}} \cdot \left(1 - \sum_{k=1}^{s_i} P_{i\text{Б}}\left(\Pi_{it_k}\right) v_{it_k}\right) . \qquad (8)$$

Данные о величинах опять же содержатся в статистической отчетности системы менеджмента качества и могут уточняться по мере функционирования системы менеджмента качества и накопления статистических данных. На этапе первичного внедрения системы менеджмента качества их можно получить на основе экспертных оценок с других аналогичных предприятий или (что наиболее правильно) считать равными 1.

Итак, формулы (2)–(3) получены нами без учета влияния различных факторов, дестабилизирующих процесс производства продукции. Рассмотрим введенные ранее варианты наборов различных факторов, дестабилизирующих процесс производства продукции, определенные как причины возникновения дефектов, и их проявления на i-м этапе рассматриваемого процесса, обозначив через Π_{it}, $t = \overline{1, n_t}$ с общим числом n_i.

Введем условные вероятности $d_{ijt} = P(A_i | B_{ij} | \Pi_{it})$ бездефектного завершения исследуемого i-го этапа рассматриваемого технологического процесса при использовании j-й стратегии менеджмента качества в случае действия t-го варианта набора факторов, дестабилизирующих процесс производства продукции. После введения вышеупомянутых величин, условную вероятность бездефектного завершения i-го этапа производственного процесса с применением j-й стратегии менеджмента качества по формуле полной вероятности запишем в виде:

$$r_{ij} = P\left(A_i \middle| B_{ij}\right) = \sum_{t=1}^{n_i} P\left(A_i \middle| B_{ij} \middle| \Pi_{it}\right) = \\ = \sum_{t=1}^{n_i} d_{ijt}\, P\left(\Pi_{it}\right) = \sum_{t=1}^{n_i} d_{ijt}\, w_{it} , \qquad (9)$$

где $w_{it} = P\left(\Pi_{it}\right)$ – безусловные вероятности действия на i-м этапе рассматриваемого производственного процесса t-го варианта набора факторов, дестабилизирующих процесс производства продукции.

В этом случае формула (2) примет вид:

$$P = \prod_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{k_i} \sum_{t=1}^{n_i} P\left(A_i \middle| B_{ij} \middle| \Pi_{it}\right) P\left(B_{ij}\right) P\left(\Pi_{it}\right) = \\ = \prod_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{k_i} \sum_{t=1}^{n_i} d_{ijt}\, q_{ij}\, w_{it} , \qquad (10)$$

а формула (3) в итоге преобразуется в:

$$P = \prod_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{k_i} \sum_{t=1}^{n_i} P\left(A_i \mid B_{ij} \mid \Pi_{it}\right) P\left(B_{ij}\right) P\left(\Pi_{it}\right) = \\ = \prod_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{k_i} \sum_{t=1}^{n_i} d_{ijt} q_{ij} w_{it} . \qquad (11)$$

Вероятность $w_{it} = P(\Pi_{it})$ действия на i-м этапе рассматриваемого производственного цикла t-го варианта набора факторов, дестабилизирующих процесс производства продукции, в общем случае целесообразно определять на основе экспертного опроса опытных сотрудников службы качества и технологов с учетом реальной статистики системы менеджмента качества на конкретных производствах за исследуемые несколько лет.

Условные вероятности d_{ijt} бездефектного завершения исследуемого i-го этапа рассматриваемого технологического процесса при использовании j-й стратегии менеджмента качества в случае действия t-го варианта набора факторов, дестабилизирующих процесс производства продукции, определим аналогично условным вероятностям r_{ij}, воспользовавшись формулой (8), домножив в ней каждый показатель эффективности (вероятности) v_{ijt_k} устранения на i-м этапе технологического цикла стратегией менеджмента качества B_{ij} причины возникновения дефектов Π_{it_k}, на индикатор устранения этой стратегией менеджмента качества комплекса дестабилизирующих технологический процесс факторов P_{it}, порождающего соответствующую причину возникновения дефектов

$$I_j(\Pi_{it}, \Pi_{it_k}) = \begin{cases} 1, \text{ при } \Pi_{it} = \Pi_{it_k}, \\ 0, \text{ при } \Pi_{it} \neq \Pi_{it_k}. \end{cases} \qquad (12)$$

где $\Pi_{it_k} \in \{\Pi_{it_1}, \dots, \Pi_{it_{s_j}}\}$.

Тогда будет справедлива формула

$$d_{ijt} \approx 1 - P_{i\text{Б}} \cdot \left(1 - \sum_{k=1}^{s_i} P_{i\text{Б}}(\Pi_{it_k}) v_{it_k} \cdot I_j(\Pi_{it}, \Pi_{it_k})\right) \qquad (13)$$

Другими словами, если комплекс факторов Π_{it}, дестабилизирующих на i-м этапе технологический процесс и порождающий соответствующую причину возникновения дефектов, устраняется стратегией менеджмента качества B_{ij}, то

$$d_{ijt} \approx 1 - \frac{n_{i\text{Б}} - n_{\text{Б}}(\Pi_{it})}{n},$$

иначе условная вероятность d_{ijt} остается неизменной и равной $1 - n_{i\text{Б}}/n$.

Следует отметить, что формула (9) определяет вероятность бездефектного завершения i-го этапа рассматриваемого производственного процесса при условии применения j-й стратегии менеджмента качества как ее безусловное математическое ожидание, то есть ее значение, усредненное по различным вариантам набора факторов, дестабилизирующих процесс производства продукции. Иными словами, если использовать терминологию теории исследования операций [3] формулы (10) и (11) представляют собой выражения для вычисления критерия бездефектности этапа технологического процесса и, соответственно его этапа, с учетом влияния неуправляемых (в смысле теории игр) факторов, дестабилизирующих процесс производства продукции. Таким образом, в формулах (2) и (3) такое противодействие дестабилизирующих факторов переводится из разряда антагонистических в разряд случайных и вероятность бездефектного завершения i-го этапа рассматриваемого производственного процесса, при условии применения j-й стратегии менеджмента качества, $P(A_i|B_{ij})$ фактически определяется по всевозможным вариантам набора факторов, дестабилизирующих процесс производства продукции.

Такой «осредненный» подход к оценкам $P(A_i|B_{ij})$ хотя и несколько ее загрубляет, однако оказывается на практике существенно проще в вычислительном смысле. Он позволяет учесть различные варианты проявления и влияния факторов, дестабилизирующих процесс производства продукции, в совокупности, что с учетом сложности оценки безусловных вероятностей проявления t-го варианта набора факторов, дестабилизирующих процесс производства продукции, позволяет сузить в среднем ущерб от воздействия дестабилизирующих факторов, за счет интегрального их учета в (2) и (8).

Отметим, что после вычисления вероятностей, их можно просто затабулировать и использовать эти таблицы длительное время, поскольку указанные дестабилизирующие факторы и их влияние на качество продукции относительно стабильны.

Вывод. Предложенная вероятностно-игровая модель процесса внедрения системы менеджмента качества на производственном предприятии позволяет оценить вероятность выпуска бездефектной продукции и оптимально планировать применение различных стратегий менеджмента качества, т.е. комплексов предупреждающих или корректирующих действий.

Литература

1. Вентцель Е.С. Исследование операций. Задачи. Принципы. Методология. М.: Наука, 1988.
2. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. М.: Высшая школа, 1998.
3. Горелик В.А. Теория игр и исследование операций. М.: МИНХ и ГП, 1978.

УДК 62-50, 531.383

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМА ИЗМЕРЕНИЙ С ОПТИМАЛЬНЫМ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ЗАДАННОГО ВРЕМЕННОГО РЕСУРСА МЕЖДУ ПОЛОЖЕНИЯМИ ГСП ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ ПРЕДСТАРТОВОЙ КАЛИБРОВКИ АКСЕЛЕРОМЕТРОВ БЕЗ АПРИОРНОЙ ИНФОРМАЦИИ ОБ ОЦЕНИВАЕМЫХ ПАРАМЕТРАХ

Виктор Ефимович Аксёнов

заслуженный деятель науки РФ,
почетный работник высшего профессионального образования РФ,
доктор технических наук, профессор

профессор кафедры
филиал Военной академии РВСН
имени Петра Великого (г. Серпухов)
Адрес: 142210, Московская обл., г. Серпухов,
ул. Бригадная, д. 17
Тел.: +7(4967)35-23-92, 78-96-09

Статья относится к области калибровок командно-измерительных приборов систем управления ракет. В ней рассматривается оптимизация режима измерений для комплексной предстартовой калибровки акселерометров без априорной информации об оцениваемых параметрах. В статье получено условие оптимальности режима измерений с оптимальным распределением заданного временного ресурса между положениями ГСП для комплексной предстартовой калибровки акселерометров без априорной информации об оцениваемых параметрах.

The article to belong to region calibrated of the command-measurement apparatus control system rocket. Optimization of the regime dimension for integrated before start calibrated of the accelerometers without apriority information about valuation parameters is examine in this article. Optimum condition of the regime dimension with optimum distribution of the setting time resource between position gyroscope-stabilized `platphorm (GSP) for the integrated before start calibrated of the accelerometers without apriority information about valuation parameters was get in this article.

Ключевые слова: условие оптимальности режима измерений, оптимальное распределение заданного временного ресурса измерений между положениями ГСП, комплексная предстартовая калибровка акселерометров без априорной информации об оцениваемых параметрах.

Keywords: condition optimum of the regime dimension, optimum distribution of the setting time resource between positions of the GSP, integrated before start calibrated of the accelerometers without apriority information about valuation parameters.

Данная статья относится к области калибровок командно-измерительных приборов систем управления ракет. Калибровкой называется совокупность технологических операций, выполняемых в определенной последовательности с целью определения и подтверждения метрологических характеристик и работоспособности измерительных устройств, не подверженных государственному метрологическому контролю и надзору [2]. При калибровках акселерометров их чувствительные элементы устанавливают в определенные положения относительно Земли путем разворота гиростабилизированной платформы (ГСП) относительно осей подвеса в заданные положения. Эти положения бывают технологическими и стартовым (боевым).

Технологические положения ГСП предназначены только для калибровки акселерометров.

Стартовое положение ГСП предназначено для полета ракеты, но используется и для калибровки акселерометров.

Технологические положения ГСП – это положения ГСП относительно плоскости местного горизонта Земли, в которых производятся измерения только для оценки масштабных коэффициентов и углов ориентации калибруемых акселерометров. Технологические положения определяются технологическими параметрами.

Технологическими параметрами называют углы разворота ГСП относительно осей подвеса из заданного исходного положения в заданные технологические положения. Углы разворота ГСП отсчитываются по датчикам углов, расположенным по осям подвеса ГСП.

Рассмотрим комплексную предстартовую калибровку акселерометров «б» и «в», оси чувствительности которых расположены в вертикальной плоскости $ox_c y_c$ стартовой системы координат $ox_c y_c z_c$, а угол между их осями чувствительности равен γ. Начало стартовой системы координат совпадает с точкой подвеса ГСП. В заданном исходном положении ось чувствительности акселерометра «б» расположена в плоскости местного горизонта $ox_c z_c$ и совпадает с горизонтальной осью ox_c, показанной на *рисунке 1* и являющейся началом отсчета технологических и стартового углов ориентации ГСП и оси чувствительности акселерометра «б».

На *рисунке 1* представлено:

$\bar{g}$ – известное ускорение силы тяжести в точке Земли, где расположены чувствительные элементы калибруемых акселерометров «б» и «в». Направлено вдоль вертикальной оси oy_c;

α^P_i * $i=1, \chi-1$ – расчетные углы ориентации оси чувствительности калибруемого акселерометра «б» в технологических положениях ГСП. Одновременно эти углы являются расчетными углами разворота ГСП из исходного технологического положения, т.е. – технологическими параметрами;

α^P_χ – расчетный угол ориентации калибруемого акселерометра «б» в стартовом положении ГСП (задается полетным заданием);

γ^P – расчетный угол между осями чувствительности калибруемых акселерометров «б» и «в». Изменяется в процессе эксплуатации, но является неизвестной константой в конкретной калибровке.

Таким образом, расчетные углы разворота ГСП в технологические и стартовое положения совпадают с расчетными углами ориентации калибруемого акселерометра «б» в этих положениях. Установка ГСП в технологические и стартовое положения осуществляется системами при-

* Фактические углы ориентации акселерометров обозначаются такими же символами, но без буквы «Р» в верхнем индексе.

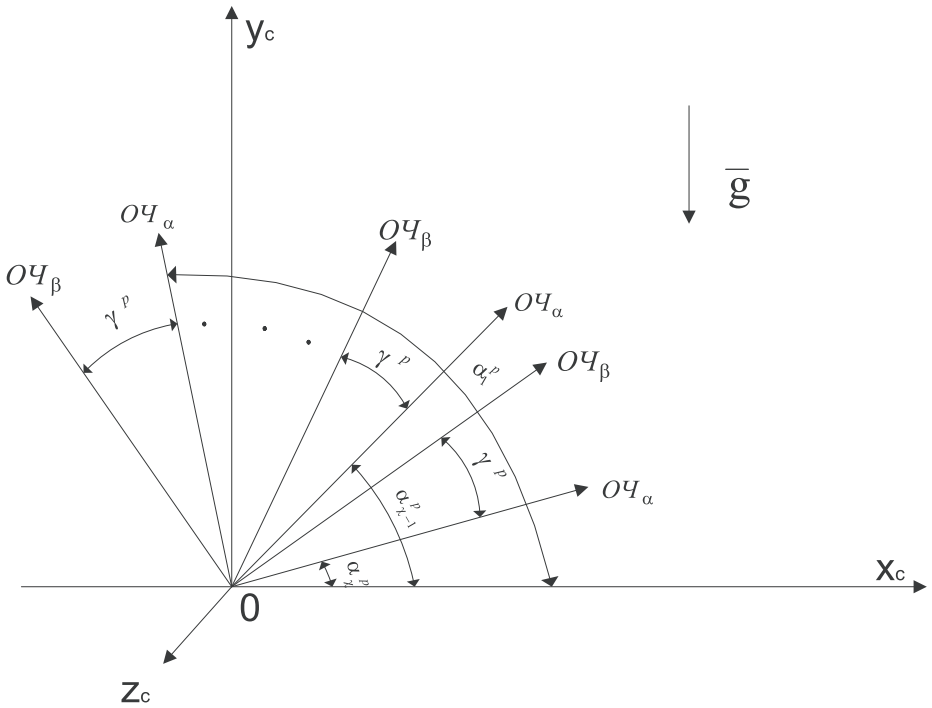


Рис. 1. Стартовое и технологические положения осей чувствительности акселерометров «б» и «в» в стартовой системе координат

Известия
ИНСТИТУТА ИНЖЕНЕРНОЙ ФИЗИКИ

ведения ГСП путем разворота ГСП относительно оси подвеса ГСП, совпадающей с осью oz_c, на заданный угол. Возникают вопросы: на какие технологические углы нужно разворачивать ГСП при ее установке в технологические положения при калибровке акселерометров? Как определить оптимальные (наилучшие) значения углов ориентации калибруемых акселерометров в технологических положениях?

Ответы на поставленные вопросы дает решение задачи оптимизации режима измерений или задачи определения оптимального режима измерений. Режимом измерений называется совокупность значений технологических параметров, определяющих ориентацию относительно Земли калибруемых акселерометров в технологических положениях. Оптимальным режимом измерений называется такой режим измерений, у которого технологические параметры (технологические углы ориентации калибруемых акселерометров) равны оптимальным значениям. Оптимальные значения технологических параметров – это такие их значения, при которых дисперсия случайной ошибки наведения боевого блока, обусловленной случайными ошибками оценки масштабных коэффициентов и углов ориентации калибруемых акселерометров, минимальна.

В работе [1] сформулирована задача оптимизации режима измерений для линейных оптимальных оценок параметров калибруемых акселерометров без априорной информации и с заданным временем измерения физического параметра на выходе акселерометров, зависящего от оцениваемых параметров акселерометров. Формулировка этой задачи имеет вид:

$$Q^{opt} = \arg min L \cdot [C(Q)^T \cdot K(Q)_{\Delta Y}^{-1} \cdot C(Q)]^{-1} \cdot L^T, \quad \text{по } Q \in Q^{доп} \qquad (1)$$

где $[C(Q)^T \cdot K(Q)_{\Delta Y}^{-1} \cdot C(Q)]^{-1}$ – апостериорная корреляционная матрица оптимальных линейных оценок параметров акселерометров без априорной информации, зависящая от совокупности технологических параметров Q , т.е. от режима измерений;

Q^{opt} – совокупность оптимальных значений технологических параметров режима измерений, т.е. оптимальный режим измерений, являющийся решением задачи (1);

$Q^{доп}$ – множество допустимых значений технологических параметров;

L – матрица строка (вектор) размером п, элементами которой являются коэффициенты влияния оцениваемых параметров акселерометров на отклонение по дальности, а n – число оцениваемых параметров калибруемых акселерометров.

Векторно-матричное выражение

$$L \cdot [C(Q)^T \cdot K(Q)_{\Delta Y}^{-1} \cdot C(Q)]^{-1} \cdot L^T$$

– это дисперсия случайной ошибки наведения боевого блока, обусловленной случайными ошибками оценки масштабных коэффициентов и углов ориентации калибруемых акселерометров и где, в свою очередь, $C(Q)$ – заданная прямоугольная матрица Якоби размером $[m \times n]$, элементы которой зависят от технологических параметров, а m – размер системы уравнений наблюдения; $C(Q)_{\Delta y}$ – заданная квадратная корреляционная матрица размером m случайных ошибок измерения физических параметров на выходе калибруемых акселерометров, зависящая от параметров режима измерений Q и имеющая вид:

$$K(Q)_{\Delta y} = \begin{bmatrix} D(\alpha_1^p)_{\delta y_\beta} & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & D(\alpha_1^p)_{\delta y_\alpha} & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & D(\alpha_i^p)_{\delta y_\beta} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & D(\alpha_i^p)_{\delta y_\alpha} & 0 & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & D(\alpha_\chi^p)_{\delta y_\beta} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & D(\alpha_\chi^p)_{\delta y_\alpha} \end{bmatrix} \qquad (2)$$

где: $D(\alpha_i^p)_{\delta y_\beta}, i = \overline{1,\chi}$ – дисперсия случайной ошибки измерения физического параметра в i-ом положении ГСП на выходе «в» акселерометра;

$D(\alpha_i^p)_{\delta y_\alpha}, i = \overline{1,\chi}$ – дисперсия случайной ошибки измерения физического параметра в i-ом положении ГСП на выходе «α» акселерометра;

χ – последнее (стартовое положение ГСП) $\alpha^p{}_\chi$ задается полетным заданием.

Из (2) следует, что число уравнений в системе уравнений наблюдения $m = 2 \cdot \chi$. Поэтому матрица (2) является квадратной матрицей размера m. Матрица (2) является диагональной, что бывает только у независимых измерений. В этом случае эффективность измерений с точки зрения точности оценок параметров акселерометров будет максимальной. Поэтому на практике целенаправленно создают такие условия для измерений, чтобы они были независимыми. Кроме этого время измерения в каждом положении назначается по определенным соображениям экспертами.

Из теории измерений известна закономерность – чем больше время измерений, тем точность результата измерения выше. Следовательно, имеется объективная потребность увеличивать время измерений. Однако в объектах военного назначения, где требуется высокая оперативность подготовки оружия к боевому использованию (применению), стремятся ограничить время подготовки оружия путем ограничения времени измерений.

Обозначим время измерения в j-ом положении ГСП через $t_j, j = \overline{1,\chi}$, тогда

$$\sum_{j=1}^{\chi} t_j \le T,$$

где T – заданное ограниченное время подготовки оружия.

Предположим, что зависимости

$$D\left(\alpha_i^p, t_j\right)_{\delta y_\beta} \quad \text{и} \quad D\left(\alpha_i^p, t_j\right)_{\delta y_\alpha},$$

где $i = \overline{1,\chi-1}$, $j = \overline{1,\chi}$, от независимых аргументов α^p_i и t_j известны. Тогда корреляционная матрица (2) может быть представлена в виде:

$$K\left(\alpha_i^p, t_j\right)_{\Delta Y} = \quad i = \overline{1,\chi-1}, \quad j = \overline{1,\chi}. \quad \alpha_\chi^p - \text{задано ПЗ}.$$

$$= \begin{bmatrix} D(\alpha_1^p,t_1)_{\delta y_\beta} & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & D(\alpha_1^p,t_1)_{\delta y_\alpha} & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & D(\alpha_i^p,t_j)_{\delta y_\beta} & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & D(\alpha_i^p,t_j)_{\delta y_\alpha} & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & D(\alpha_\chi^p,t_\chi)_{\delta y_\beta} & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & D(\alpha_\chi^p,t_\chi)_{\delta y_\alpha} \end{bmatrix}, \tag{3}$$

С учетом содержания корреляционной матрицы (3) и ограничения на время измерения в виде:

$$\sum_{j=1}^{\chi} t_j \le T, \tag{4}$$

задача оптимизации режима измерений формулируется следующим образом:

$$Q1(\alpha_i^{opt}, i = \overline{1,\chi-1}; t_j^{opt}, j = \overline{1,\chi}) = \arg\min L \cdot [C(Q)^T \cdot K(\alpha_i^p, t_j)_{\Delta Y}^{-1} \cdot C(Q)]^{-1} \cdot L^T, \tag{5}$$

по $\alpha_i^p \in Q^{доп}, i = \overline{1,\chi-1}$, при α^p_χ, задаваемым ПЗ, по t_j, $j = \overline{1,\chi}$, при $\sum_{j=1}^{\chi} t_j \le T$.

Таким образом, оптимизационная задача (5) является целью данной работы, т.е. в задаче (5) оптимизируется режим измерений с оптимальным распределением заданного временного ресурса измерений между положениями ГСП для комплексной предстартовой калибровки акселерометров без априорной информации об оцениваемых параметрах акселерометров.

В оптимизационной задаче (5) целевая функция нелинейная, а аналитическое решение задачи весьма проблематично. Поэтому целесообразно для ее решения использовать численные методы нелинейного программирования. Однако для маломерных задач, когда число независимых переменных не превышает пяти, может быть эффективным метод полного перебора.

Литература

1. Аксенов В.Е. Техническое диагностирование инерциальных командно-измерительных приборов. Учебник. Часть 1. Министерство Обороны РФ, 2000. 339 с.

2. Закон о единстве измерений в Российской Федерации. 1993 год.

УДК 331.4

ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ И В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ

Инна Владиславовна Ефремова
главный государственный инспектор труда
(по правовым вопросам) в Московской области,
советник государственной
гражданской службы РФ 1-го класса
заместитель начальника аналитического
управления – начальник отдела условий и охраны труда
Департамент труда и занятости города Москвы
Адрес: Москва, Докучаев пер., д. 12
Тел.: +7(495)625-01-83

В статье описаны основные этапы и содержание работ по оценке профессиональных рисков на предприятиях (в учреждениях), а также приводятся требования к инженерно-техническому и научному персоналу, привлекаемому к оценке профессиональных рисков. Рассмотренная методика классификации результатов оценки профессиональных рисков по степени их важности позволит выработать своевременное и обоснованное управленческое решение с определением объема и срочности мер профилактики, направленных на снижение профессиональных рисков.

In article the main stages and the content of works on an assessment of professional risks at the enterprises (in establishments) are described, and also requirements to the technical and scientific personnel attracted to an assessment of professional risks are provided. The considered technique of classification of results of an assessment of professional risks on degree of their importance will allow to develop the timely and reasonable administrative decision with scoping and urgency of measures of the prevention directed on decrease in professional risks.

Ключевые слова: профессиональный риск, оценка, анализ, управление риском, организация труда, условия труда, профилактика.

Keywords: professional risk, assessment, analysis, management of risk, organization of work, working condition, prevention.

При проведении работ и различного вида занятий (лабораторные работы, физическая подготовка и т.д.) могут возникать риски получения травм и угроза здоровью отдельным людям или группе людей.

В соответствии с законодательством Российской Федерации руководитель учреждения обязан обеспечить безопасность работы на рабочих местах, а также информировать о существующем риске повреждения здоровья.

Работник имеет право получать достоверную информацию о существующем риске повреждения здоровья, а также отказаться от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья. В соответствии с этим необходимо осуществлять оценку профессиональных рисков.

Проведение оценки профессионального риска, как правило, включают анализ риска, определение исходных данных и управление риском.

Анализ риска состоит из оценки риска, информации о риске и управления риском. Оценка риска включает выявление опасности, оценку нагрузок и характеристику риска. Информацию о риске доводят до работодателей, работников и других заинтересованных сторон с соблюдением установленных законодательством Российской Федерации условий и этических норм.

Основными исходными данными для оценки профессиональных рисков являются результаты:

- производственного контроля,
- государственного санитарно-эпидемиологического надзора;

❑ санитарно-эпидемиологической оценки производственного оборудования и продукции производственного назначения;

❑ аттестации рабочих мест, проводимой в соответствии с «Порядком проведения аттестации рабочих мест по условиям труда», утвержденным Минздравсоцразвития России от 26.04.2011 № 342н.

Управление риском – принятие решений и действия, направленные на обеспечение безопасности и здоровья работников.

В соответствии с действующим законодательством на работодателя возлагается обязанность регистрации несчастных случаев, профессиональных заболеваний, происшествий и других свидетельств недостаточной эффективности системы управления охраной труда. Должны быть обеспечены мониторинг и регистрация данных о здоровье работников, подвергающихся определенным опасностям. Регистрируются аварии, происшествия и несчастные случаи как события, создающие угрозу жизни и здоровью. Эти данные могут использоваться для установления связи нарушений здоровья с работой.

Оценку профессиональных рисков проводят для отдельных профессиональных групп (работников цехов, участков с аналогичными условиями труда), ее результатом является оценка группового риска. При проведении индивидуальной оценки профессиональных рисков (учет пола, возраста, стажа, индивидуальных факторов риска, вредных привычек и др.) полученные результаты являются персональными медицинскими данными, охраняемые законом (раздел 13 Трудового кодекса РФ). Индивидуальный риск рассчитывают с согласия работника, его не применяют для решения вопросов занятости данного работника или иных целей, направленных против его социального благополучия. Эти результаты не должны использоваться для отбора наиболее пригодных лиц, создавать или усиливать социальное неравенство работников и не раскрывать их личные данные. При этом согласно рекомендациям Международной организации труда (МОТ) не применяют полиграфические детекторы лжи, методы астрологии, графологии, генетический скрининг должен быть запрещен или ограничен случаями, разрешенными законодательством.

Определение предельных накопленных за время работы (стажа) по данной специальности (сезонных, вахтовых) нагрузок и допустимого стажа следует рассматривать как ориентировочные для оценки коллективного риска.

При проведении оценки профессиональных рисков целесообразно принимать меры для защиты конфиденциальной информации, раскрытие которой может нанести вред работодателю (при оценке группового риска) или работнику (при оценке индивидуального риска).

Основными критериями безвредных условий труда является сохранение:

а) жизни;

б) здоровья;

в) функциональных способностей организма;

г) предстоящей продолжительности жизни;

д) здоровья будущих поколений.

Качество жизни и здоровья обеспечивается комплексом этих показателей, так как помимо острых и хронических профзаболеваний (отравлений) возможна потеря жизни при остром воздействии (например, летальный исход при тепловом ударе, внезапная смерть в результате стресса, физических и нервно-эмоциональных перегрузок), потеря функций (например, обоняния при действии раздражающих веществ, слуха при действии шума), прерывание беременности при опасном происшествии, рождение ребенка с врожденными пороками развития при работе родителей с токсинами, влияющими на репродуктивную функцию.

По рекомендации Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), при оценке здоровья следует учитывать компоненты психосоциального благополучия, удовлетворенность работой, семьей, доходами и здоровьем.

При оценке профессиональных рисков обязательному учету должны подлежать профессиональные заболевания, инфекционные заболевания, травмы.

При этом оцениваются следующие критерии:

❑ гигиенические (предварительные);

❑ категорирование риска по классам условий труда;

❑ медико-биологические показатели здоровья работников, в том числе репродуктивного и здоровья потомства;

❑ тяжесть нарушений здоровья работников;

❑ категории риска по степени доказанности;

❑ степень связи нарушений здоровья с работой по эпидемиологическим данным.

Количественная оценка профессиональных рисков будет правомерна при наличии материалов санитарно-эпидемиологических исследований, заключений, данных эпидемиологических исследований, клинико-физиологических, клинических лабораторных исследований, а также данных инструментальных замеров факторов рабочей среды с оценкой по гигиеническим критериям.

Для ориентировочной оценки могут использоваться результаты ограниченных наблюдений

на людях или, в отсутствии таковых, данные экспериментальных исследований на лабораторных животных. По комплексу этих данных может быть определена весомость доказательств.

Результаты оценки профессиональных рисков по степени весомости доказательств подразделяют на следующие категории доказанности риска:

❑ доказанный профессиональный риск – на основе результатов гигиенической оценки условий труда, материалов периодических медицинских осмотров, физиологических, лабораторных и экспериментальных исследований, а также эпидемиологических данных;

❑ предполагаемый профессиональный риск – на основе результатов гигиенической оценки условий труда по критериям, дополненных отдельными клинико-физиологическими, лабораторными, экспериментальными данными;

❑ подозреваемый профессиональный риск – на основе результатов гигиенической оценки условий труда.

При установлении риска по результатам гигиенической оценки условий труда следует проводить анализ профессиональной заболеваемости, данных периодических медосмотров, углубленное изучение заболеваний с временной утратой трудоспособности, инвалидности, смертности и других социально значимых показателей здоровья работников, в том числе репродуктивного, а также здоровья их потомства по специально разработанным программам.

При оценке нагрузки и характеристики риска проводят осмотр рабочего места для выявления:

❑ опасных и вредных факторов производственной среды, которые присутствуют или могут возникнуть, включая организацию труда;

❑ видов работ, при которых работники могут подвергаться выявленным опасным факторам, включая обслуживание оборудования, чистку и аварийные работы.

Осуществляют:

❑ сбор информации об опасных и вредных факторах для определения степени риска и возможных мер защиты, а также оценку нагрузки работников по уровню фактора и времени его действия и ее сравнение с нормативами.

Оценивают:

❑ возможности устранения опасности или ее снижения до минимально допустимого уровня или до уровня, который в свете современных знаний не приведет к нарушениям здоровья при длительности воздействия в течение всего рабочего стажа.

При оценке нагрузки можно выделить две стадии:

❑ испытание и измерение;

❑ определение нагрузки (по измерению или расчету) и оценка риска.

Первая стадия требует инженерно-технической компетенции с соответствующим метрологическим обеспечением, а вторая – гигиенической компетенции, поэтому ее должны выполнять специалисты, имеющие сертификат по гигиене труда.

К проведению оценки профессиональных рисков рекомендуется привлекать инженерно-технических и научных работников, а также использовать международные карты химической безопасности, листки опасности по профессиям, компьютерные базы и банки данных, математические программы и другие современные технологии.

В сложных случаях для оценки нагрузок необходимо применять этиогенезный анализ связи выявленных нарушений здоровья по данным углубленных медосмотров, заболеваний с временной утратой трудоспособности с воздействующими неблагоприятными факторами рабочей среды.

На основе принципов доказательной медицины, в частности клинической эпидемиологии, возможна количественная оценка степени причинно-следственной связи нарушений здоровья с работой. Проводят оценку условий труда и эпидемиологическое изучение состояния здоровья работников, рассчитывают относительный риск и долю вклада факторов рабочей среды в развитие патологии и в зависимости от их величины заболевание относят к общим, профессионально обусловленным или профессиональным.

Заключительным этапом оценки профессиональных рисков является его оценивание – установление класса условий труда и категории доказанности риска.

В соответствии с действующим законодательством, мерой риска является класс условий труда. Безопасными считают условия труда, относящиеся к 1 (оптимальному) и 2 (допустимому) классам условий труда, а опасными – 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 или 4.

Мерой доказанности риска является категория – доказанный, предполагаемый или подозреваемый.

На основании этого определяют срочность мер профилактики, что отражается при принятии управленческих решений по снижению риска (управление риском или профилактика) и выборе приоритетов следует учитывать катего-

рию доказанности риска, его уровень, численность занятых на этом участке работников, а также наличие уязвимых групп – несовершеннолетних, беременных женщин, кормящих матерей, инвалидов.

При выборе комплекса мер профилактики (управление риском) следует руководствоваться следующими приоритетами:

❑ устранение опасного фактора или риска;

❑ борьба с опасным фактором или риском в источнике;

❑ снижение уровня опасного фактора или внедрение безопасных систем работы;

❑ при сохранении остаточного риска использование средств индивидуальной защиты.

Указанные меры проводят с учетом их разумности, практичности и осуществимости, принимая во внимание передовой опыт и заботу о работнике.

В комплексе мер защиты и профилактики средства индивидуальной защиты (СИЗ) используют в случаях, когда другие меры неприменимы или не обеспечивают безопасных условий труда. При этом учитывают следующее:

❑ необходимость правильного использования и обслуживания СИЗ;

❑ СИЗ могут создавать неудобства или быть вредными для здоровья или опасными для работы;

❑ СИЗ защищают только пользователя, в то время как другие работники, оказывающиеся в данной зоне, остаются незащищенными;

❑ СИЗ могут создавать ложное чувство безопасности при неправильном использовании или обслуживании.

Со стороны руководителей учреждений (инженеров по охране труда) должны проводиться меры профилактики, включающие:

❑ регулярное наблюдение за условиями труда;

❑ регулярное наблюдение за состоянием здоровья работников (предварительные и периодические медосмотры, группы диспансерного наблюдения, целевые медосмотры и др.);

❑ регулярный контроль защитных приспособлений и применения СИЗ;

❑ систематическое информирование работников о существующем риске нарушений здоровья, необходимых мерах защиты и профилактики;

❑ пропаганду здорового образа жизни (борьба с вредными привычками, занятия физкультурой и профессионально ориентированными видами спорта) и другие меры оздоровления.

Управление риском должно также предусматривать активное взаимодействие работодателей, работников и других заинтересованных сторон в улучшении условий труда и сохранении здоровья.

УДК 621.3

СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ МЕТОДОМ БЕРГА

Сергей Юрьевич Коротков
старший научный сотрудник
МОУ «ИИФ»
Адрес: 142210, Московская область,
г. Серпухов, Большой Ударный пер., д. 1а
Тел.: +7(4967)35-31-93

Арнольд Константинович Бернюков
доктор технических наук, профессор
профессор кафедры радиотехники и радиосистем
Владимирский государственный университет
Адрес: 600000, г. Владимир, ул. Горького, 87
Тел.: +7(4922)47-99-94

В статье представлены результаты исследования перспективного метода спектрального анализа (максимальной энтропии) для радионавигационных задач.

The results of research perspective method (maximum entropy) of spectral analyses for radio navigation tasks are represent in this article.

Ключевые слова: спектральный анализ, энтропия, радионавигационные задачи.
Keywords: spectral analyses, entropy, radio navigation tasks.

Дискретный спектральный анализ применим при цифровой обработке информации в бортовых подсистемах современных радионавигационных систем. Примером тому могут служить процедуры распознавания стохастических отражений от метеообразований, подстилающей поверхности суши и моря по их спектрам [1, 2], алгоритм гомоморфной и инверсной фильтрации для обнаружения и разрешения многолучевых сигналов с шумами и отражениями [3], фазовые методы оценок др.

В большинстве случаев решение принимается по коротким реализациям входного случайного процесса, что является, в частности, следствием периодического сканирования пространства узким лучом в заданном секторе. При этом традиционные методы оценивания спектральных плотностей $S_x(f)$ случайных процессов, дискретизированных с периодом $\{Tx(t)\} \to \{x(n)\}, n = t/T = 0, 1, \dots, N$ проводятся по известному правилу [4]

$$S_x(f) = \frac{1}{T}\sum_{m=-\infty}^{\infty} R_x(m)\exp(-j2\pi fmT), \qquad (1)$$

где $R_x(m)$ – корреляционная функция обрабатываемого процесса.

В связи с усеченной оценкой корреляционной функции $R_x(m)$ только $2M+1$ первыми отсчетами, полученными по реализациям $\{x(n)\}$ в виде

$$R_x(m) = \begin{cases} R_x(m), & |m| \le M; \\ 0, & |m| > M, \end{cases} \qquad (2)$$

правило (1) не обеспечивает достоверных и однозначных оценок $S_{\hat{x}}(f)$ из-за отсутствия сведений по $R_x(m)$ при $|m| > M$.

Метод максимальной энтропии (ММЭ) – метод Берга [4, 5] предполагает нахождение такой оценки $S_{\hat{x}}(f)$, которая не увеличивает информацию при $R_x(m) \neq 0$, $|m| > M$, т.е. обеспечивает максимум энтропии h случайного процесса, согласующегося с результатами измерений корреляционной функции $R_x(m)$ при $|m| \leqslant M$:

$$h = 1/[4F_m]\int_{-F_m}^{F_m} ln[S_x(f)]df = max, \ |m| > M \qquad (3)$$

$$\partial h/\partial R_x(m) = \frac{\partial\left\{1/[4F_m]\int_{-Fm}^{F_m} ln[S_x(f)df]\right\}}{\partial R_x(m)} = 0, \qquad (4)$$

где $F(m)$ – граничная частота спектра процесса.

На основе (1), (3), (4) в [4] получено выражение для спектральной плотности процесса с МЭ

$$S_{\hat{x}}(f) = 1/T\sum_{-M}^{M} R_x(m)\exp(-2\pi jmT) \qquad (5)$$

преобразуемое с помощью факторизации по Фейеру к виду

$$S_{\hat{x}}(f) = A/[(1 + a_1z^{-1} + \dots + a_Mz^{-M})(1 + a_1z^1 + \dots + a_Mz^M)] =$$
$$= A/\left|\sum_{m=0}^{M} a_M, mexp(-j2\pi fmT)\right|^2, \ A = const, z = \exp(j2\pi f) \qquad (6)$$

Выражение (6) показывает, что процесс МЭ является процессом авторегрессии порядка М,

представляющим отклик чисто полюсного цифрового фильтра порядка М на белый шум.

В то же время экспериментальные данные по исследованию радио-отражений от различных объектов с распределенной и случайной структурой [1, 6], характерных для радионавигационных задач, показывают, что они также описываются процессами авторегрессии 2 ... 3-го порядка. Это свидетельствует о перспективности применения метода МЭ для спектральных оценок таких процессов. Однако известные данные по методу максимальной энтропии не включают сведений о степени адекватности оценок классических методов Фурье и ММЭ, о влиянии длины реализации входного процесса $\{x(n)\}$ на точность оценок $S_{\hat{x}}(f)$. Ограничены сведения по разрешающей способности спектроанализа по ММЭ, по влиянию соотношения сигнал – шум на качество анализа по ММЭ.

Исследованию этих процессов, актуальных для радионавигационных приложений, посвящена работа.

В качестве объектов исследования избраны дискретный гауссовский случайный процесс $\{x(n)\}$ со спектральной плотностью и корреляционной функцией соответственно

$$S_x(f) = \sigma^2[2\pi f_*]exp(-f/c_*);\ R_x(m) = \sigma^2/[(1+2\pi f_*)m] \quad (7)$$

где σ^2 – дисперсия процесса; $f_*=F_m/4.6$ – параметр моделирования; F_m – граничная частота, а также регулярные дискретные сигналы типа

$$u_1(n) = U_1 \sin(2\pi f_1 nT);\ u_2(n) = U_2\,\mathrm{sinc}(2\pi f_2 nT) \quad (8)$$

Случайный процесс $\{x(n)\}$ с характеристиками (7) получен на ЭВМ в виде отклика линейного дискретного фильтра на некоррелированный гауссовский процесс $\{y(n)\}$

$$x(n) = \sum_{j=1}^{J} c_j\, y(n-1), \quad (9)$$

где

$$c_j = 2D\gamma^{3/2}[1-(-1)^j \exp(-\gamma/2)]/(\gamma^2+4\pi^2 j^2)];\ \gamma = F_m/f_* = 4.6;$$

D - дисперсия процесса $\{y(n)\}$.

В связи с быстрым убыванием c_j с ростом j число членов ряда (9), моделирующего $\{x(n)\}$, выбрано $J=10$.

Некоррелированный гауссов шум $\{y(n)\}$ генерировался на основе равномерно распределенных на интервале (0, 1) случайных чисел φ_i с $M_{\varphi_i} = 0.5$; $D_{\varphi_i} = \frac{1}{12}$ в виде

$$y(n) = [\textstyle\sum_{(i)} \varphi_i - \sum_{(i)} M_{\varphi_i}]/\sqrt{[\sum_{(i)} D_{\varphi_i}]} = [\sum_{i=1}^{k} \varphi_i - \frac{k}{2}]/\sqrt{[\frac{k}{12}]},\ k = 20 \quad (10)$$

Спектральные плотности $S_{\hat{x}}(f)$ вычислялись двумя способами – методом МЭ и классическим Фурье-анализом.

Оценка по методу МЭ велась по формуле Берга [5], являющейся разновидностью (6) при $A = P_M/[2F_m]$

$$S_{\hat{x}\text{МЭ}}(f) = P_M/\left[[2F_m]\left|\sum_{m=0}^{M} a_{M,m}\exp(-j2fmT)\right|^2\right], \quad (11)$$

где P_M – мощность сигнала на выходе фильтра предсказания ошибки (ФПО) порядка M. Согласно [5],

$$P_M = 1/2(P_{f,M}+P_{b,M}) = 1/[2(N-M)]\sum_{n=M+1}^{N}[|f_M(n)|^2+|b_M(n)|^2], \quad (12)$$

где $f_M(n) = \sum_{k=0}^{M} a_{m,k}x(n-k)$; (13)

$$b_M(n) = \sum_{k=0}^{M} a^*_{m,k}x(n-M+k),\ \ (n = M+1,\dots,N) \quad (14)$$

ошибки прямого и обратного предсказания фильтра порядка M с коэффициентами $a_{m,k}, a^*_{m,k}$ (* – знак комплексного сопряжения).

Весовые коэффициенты ФПО в (13), (14) и параметр P_M вычисляются на основе рекуррентных формул Левинсона при $m=1,0,\dots M$

$$a_{m+1,k} = a_{m,k} + \rho_m + 1a^*_{m,m-1+k}, \quad (15)$$

$$P_{m+1} = (1+\ \rho_m + 1\ ^2)P_m \quad (16)$$

Причем

$$\rho_{\hat{m}+1} = -2\sum_{n=m+2}^{N}[f_m(n)b^*_m(n-1)]/\sum_{n=m+2}^{N}[|f_m(n)|^2+|b_m(n-1)|^2], \quad (17)$$

$$f_0 = b_0(n) = x(n), \quad (18)$$

$$P_0 = 1/N\sum_{n=1}^{N}|x(n)|^2, \quad (19)$$

Структурная схема вычислений по алгоритму ММЭ представлена на *рисунке 1*. Для оценки качества анализа проведен расчет спектральной плотности классическим методом Фурье (МФ) [3] на основе усреднения L выборочных спектральных плотностей $S_{\hat{i}\text{МЭ}}(f)$ реализаций $\{x(n)\}$ длины N

$$S_{\hat{x}\text{МЭ}}(f) = 1/L\sum_{l=1}^{L} S_{\hat{i}\text{МЭ}}(f); \quad (20)$$

$$S_{\hat{i}\text{МЭ}}(f) = T/N\left[\left|\sum_{n=-N}^{N} x(n)\cos(2\pi fnT)\right|^2\right] + \left[\left|\sum_{n=-N}^{N} x(n)\sin(2\pi fnT)\right|^2\right], \quad (21)$$

по схеме алгоритма (*рисунок 2*).

Сравнение ММЭ и МФ проведено на основе расчета среднего квадратического отклонения оценок $S_{\hat{x}\text{МЭ}}(f)$. $S_{\hat{x}\text{МФ}}(f)$ от аналитического описания $S_x(f)$ выражением (7)

$$\Delta^2 = \sum_{f=-F_m}^{F_m}[S_x(f)-S_{\hat{x}}(f)]^2/\sum_{f=-F_m}^{F_m}[S_x(f)]^2. \quad (22)$$

Рассмотрим ряд задач, решенных на ЭВМ в процессе исследования возможности метода максимальной энтропии.

Задача 1. Сравнение возможностей ММЭ и МФ при спектральном анализе усеченных реализаций дискретных случайных про-

Известия
ИНСТИТУТА ИНЖЕНЕРНОЙ ФИЗИКИ

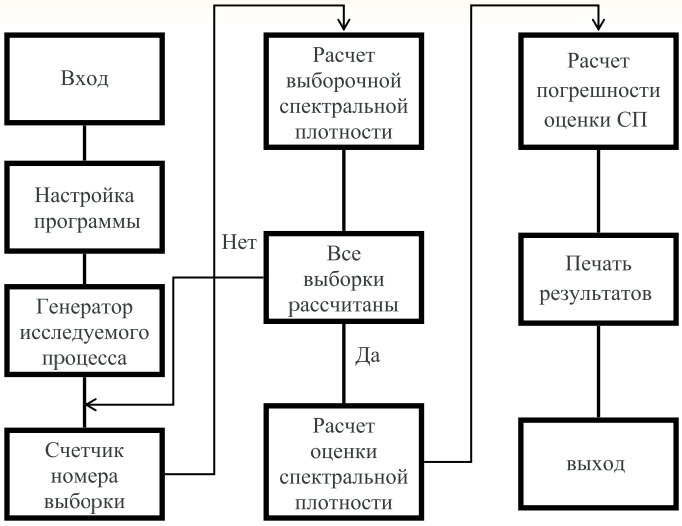


Рис. 1.

цессов. На *рисунке 3* приведены график функции $S_x(F)$ (7), нормированной к $S_x(0)$, $F=f/F_m$, и график оценок спектральных плотностей $S_{\hat{x}МФ}(F), S_{\hat{x}МЭ}(F)$ нормированных соответственно к $S_{\hat{x}МФ}(0)$ и $S_{\hat{x}МЭ}(0), F = f/F_m$ процесса $\{\boldsymbol{x}(\boldsymbol{n})\}$ с параметрами $\sigma^2 = 1, T = 1\ c, N = 240$

Графики, иллюстрирующие расчеты, показывают нецелесообразность использования МФ и высокую точность ММЭ в случае коротких реализаций случайного процесса.

Задача 2. Влияние длины реализаций случайного процесса на оценку спектральной плотности методом МЭ. Рассчитаны значения относительной средней квадратической погрешности $\Delta^2_{МЭ}$ оценки спектральной плотности $S_{\hat{x}МЭ}(f)$ формуле (22) для 20 реализаций $\{\boldsymbol{x}(\boldsymbol{n})\}$ длины N с последующим усреднением (M=3, N=30, 60, 120, 240). Результаты показаны на *рисунке 3*. Очевидно, что метод МЭ позволяет оценивать спектральную плотность случайного процесса по достаточно короткой реализации (N=100) с погрешностью $\Delta^2_{МЭ}$ <10%.

Задача 3. Оценка спектральной плотности методом МЭ зашумленных гармонических сигналов. Моделировалась смесь дискретной синусоиды $u_1(n)=U_1 sin 2\pi F_0 nT$ (период дискретизации $T=1$ с, частота $F_0=f_0/F_m=0{,}4$) с шумом, параметры которого описаны в задаче 1, при различных соотношениях мощностей сигнала и шума $\vartheta = P_c/P_ш = 0{,}5 \ldots 2$ $(N = 240\ (\Delta^2_{МЭ} < 10\%), M = 5)$ .. Результаты машинного эксперимента (*рисунок 4*) показывают, что уверенное обнаружение синусоидального сигнала и оценка его частоты возможны при θ<1.

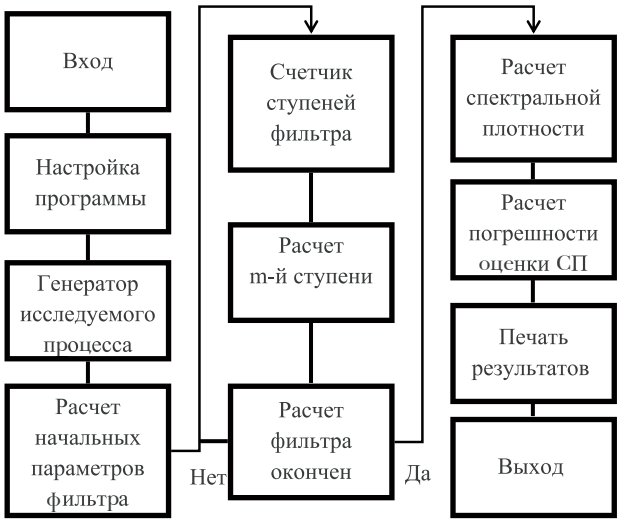


Рис. 2.

Задача 4. Исследование разрешающей способности по частоте метода максимальной энтропии. Выполнен спектральный анализ смеси двух дискретных синусоид с нормированными частотами F_1=0,2; F_2=0,28 на фоне шума с параметрами (задача 1) при θ=1 и N=120. Результаты (*рисунок 5*) показывают, что разрешающая способность возрастает с ростом порядка авторегрессионной модели *M*.

Задача 5. Оценка методом максимальной энтропии спектральной плотности сигнала вида

$$u_2(n) = Usinc[2\pi F_0(n - N/2)T],$$

характерного для радионавигационных систем со сканирующими диаграммами направленности радиомаяков $(N = 120, U = 10, F_0 = 0{,}3,\ M = 15)$.

Рисунок 3 показывает, что спектральная плотность $S_{\widehat{sinc}}$ усеченного процесса $u_2(n)$ близка к спектральной плотности бесконечного процесса $u_3(n) = Usinc(2\pi F_0 nT)$, что свидетельствует о возможности использования ММЭ для анализа регулярных сигналов.

Таким образом, метод максимальной энтропии – эффективный, а при коротких реализациях процессов (N<100) – единственно возможный для оценки спектральной плотности дискретных случайных и регулярных процессов по их усеченным реализациям. Он обеспечивает качественные оценки спектральных плотностей случайных процессов, аппроксимируемых авторегрессионными моделями невысокого порядка (*M*⩽2...5). Его целесообразно использовать в радионавигационных задачах обнаружения – разрешения гармонических и близких к ним сигналов, распознавания стохастических и регулярных (с шумами) отражений по их спектральным характеристикам при ограниченных априорных сведениях.

Литература

1. Бернюков А.К. Распознавание помех при радионавигации // Радиоэлектроника, №7. 1986. С. 54-59.
2. Бернюков А.К. Ограничения по использованию традиционных методов принятия решений при анализе случайных процессов в радионавигационных системах // Известия института инженерной физики, №4. 2010. С. 20-23.
3. Архипов Е.А., Бернюков А.К. Анализ возможностей спектральной обработки многолучевых сигналов при наличии ограничений // Вопросы радиоэлектроники. Сер. ОВР, 1983. Вып. 3. С.110-114.
4. Хайкин С., Карри Б. У., Кеслер С.Б. Спектральный анализ радиолокационных мешающих отражений методом максимальной энтропии // ТИИЭР, 1982. №9. С. 51-62.
5. Быков В. В. Моделирование в статистической радиотехнике. М. : Сов. радио, 1971. 326 с.

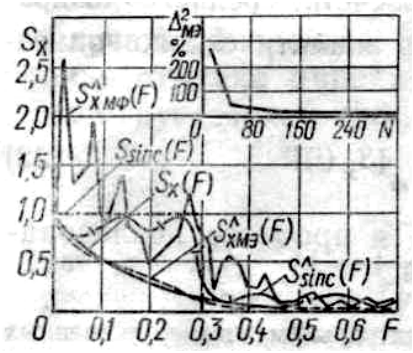


Рис. 3

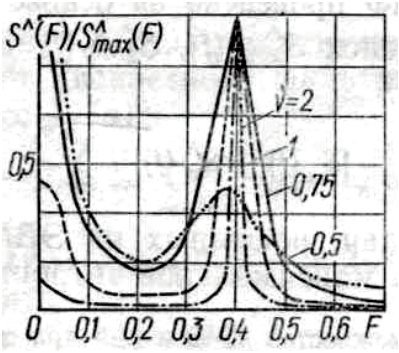


Рис. 4

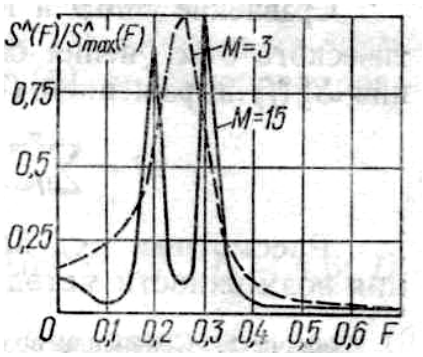
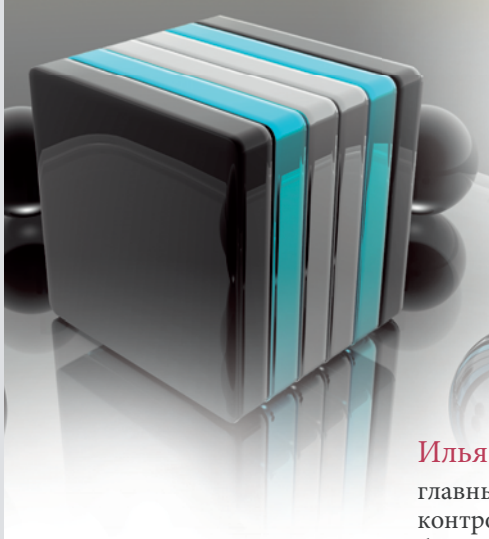


Рис. 5

Известия
ИНСТИТУТА ИНЖЕНЕРНОЙ ФИЗИКИ



УДК 004.657

ФОРМИРОВАНИЕ И ВЫБОР ТРЕБОВАНИЙ К СТРУКТУРЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ И ЗНАНИЙ ЭКСПЕРТНО-ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

Илья Александрович Никитин

главный специалист – эксперт отдела контроля средств связи, АСУ и базовых технологий

Федеральная служба по оборонному заказу
Москва. Тел.: +7(495)982-36-74

В статье изложены научно-технические требования, которым должна удовлетворять база данных и знаний экспертно-информационной системы управления развитием вооружения и военной техники.

The article describes the scientific and technical requirements to be satisfied by the database and expert knowledge of management information system development of weapons and military equipment.

Ключевые слова: база данных и знаний, экспертно-информационная система, управление, вооружение и военная техника.

Keywords: database and knowledge, expertise and information system management, weapons and military equipment.

На основе анализа известных интеллектуальных систем можно определить требования к структуре специализированной базы данных и знаний (БДЗ), которая представляет собой инструмент для исследования управленческих ситуаций, в которых решение можно получить либо на основе прикладных алгоритмов, либо путем аргументированного обоснования логического вывода. В последнем случае решение специальных (целевых и функциональных) задач управления развитием вооружения и военной техники (УРВВТ) с помощью экспертно-информационной системы (ЭИС) обеспечивается способностью информационно-математического обеспечения (ИМО) БДЗ формировать логические выводы и обоснованные рекомендации на основе знаний в конкретной предметной области. При этом ИМО БДЗ должно обеспечить информационные процессы накопления, интеграции, уточнения, поиска, извлечения, интерпретации, манипулирования, модификации знаний и реорганизации БДЗ.

В целом ИМО специализированной БДЗ должно помочь лицу, взаимодействующему с комплексом средств автоматизации (ЛВКСА) УРВВТ:

- **при анализе решаемой специальной задачи:**
  - структуризировать задачу;
  - генерировать различные формальные постановки задачи, наборы исходных данных, переменных и ограничений;
  - выявлять предпочтения;
  - формировать показатели и критерии оценки состояния и развития ВВТ;
- **при решении задачи:**
  - генерировать или выбирать прикладные модели и алгоритмы решения задачи;
  - собирать и проверять исходные данные;
  - выполнять требуемые вычисления;
  - оформлять и выдавать результаты;
- **при анализе решения задачи и интерпретации полученных результатов:**

▸ объяснять ход решения;

▸ анализировать альтернативные варианты развития ВВТ;

▸ осуществлять поиск и выдачу сведений об аналогичных отечественных и зарубежных решениях в прошлом и последствиях их реализации.

Результаты анализа существующих БДЗ позволили сформулировать следующие научно-технические требования к основным компонентам специализированной БДЗ [1, 2, 3].

Требования к человеко-машинному интерфейсу:

▸ корректность процедур получения информации от ЛВКСА, т.е. использование корректных элементарных операций, понятных для ЛВКСА профессионального языка (словаря и синтаксиса), и логико-лингвистической модели (ЛЛМ) предметной области (тезауруса);

▸ комфортность, т.е. использование процедур переработки информации, позволяющих обеспечить требуемое время диалога предоставления данных в различном виде и форме, генерации и управления (изменения) стилем диалога, получения необходимых пояснений на каждом шаге диалога, контроля возможных ошибок ЛВКСА, предъявления ЛВКСА противоречивых ответов для уточнения и коррекции предпочтений;

▸ повышение роли зрительного (через дисплей) и речевого (через аудиосредства) каналов общения; определенность поведения ведущего диалог, если технология выработки решения определена и запрограммирована, или используется метод проб и ошибок.

Требования к ЛЛМ информационного процесса:

▸ адекватность рассуждениям ЛВКСА, т.е. использование рационального (с учетом достоинств и недостатков) комплексирования способов представления знаний в виде иерархических структур, графов, систем продукций, семантических сетей, фреймовых представлений, совокупности формально-логических объектов (предикатов и функций) и пр.;

▸ использование комбинирования декларативных и процедурных знаний для описания связанных с ними концептуальных объектов и облегчения интерпретации результатов;

▸ ситуационность настройки (использование концептуальных структур представления знаний и процедур их активизации в соответствии с реально возникающими ситуациями);

▸ иерархичность организации, т.е. обеспечение соответствия иерархии целей информационного процесса и иерархии знаний, обусловленной степенью абстракции концептов предметной области.

Требования к блоку выбора решения задачи УРВВТ:

▸ обеспечение возможности логического вывода, т.е. использование и развитие псевдоформальных логико-временных, пространственных и причинно-следственных отношений;

▸ наличие процедур установления закономерностей, выдвижения и проверки гипотез на основе индуктивной логики путем реализации имитационных экспериментов;

▸ учет специфики предметной области, т.е. особенностей стратегии выбора (выработки, логического вывода, обоснования) решения задачи в каждой предметной области на основе анализа фактов и применения продукционных правил для обеспечения эффективности выработки решения с использованием специальных знаний;

▸ инвариантность, т.е. независимость от математической сложности вычислительных задач предметной области;

▸ гибкость управления выводом, т.е. использование процедур синтеза и испытания ЛВКСА различных способов управления выводом с учетом специфики задач предметной области, целей и методов ее решения.

Требования к блоку обучения БДЗ:

▸ открытость и расширяемость, т.е. использование процедур оперативного исключения и пополнения знаний путем их выявления и извлечения из экспертов, логического вывода, обобщения и проверки знаний на непротиворечивость, интеграции и уточнения знаний обслуживающего персонала и экспертов путем объединения способов их пополнения;

▸ гибкость, т.е. использование процедур получения новых знаний на основе как достоверных, так и приближенных рассуждений, характерных для человека-оператора;

▸ динамичность, т.е. использование процедур проверки корректности и реорганизации содержимого материала БДЗ в динамике.

Требование к блоку анализа задач УРВВТ:

▸ модульность, т.е. автоматическое составление рабочей модели (алгоритма) решения специальной задачи УРВВТ из набора прикладных и стандартных математических моделей-модулей по директивам ЛВКСА путем реализации диалоговых процедур активизации и алгоритма автосинтеза.

При этом автосинтез представляет собой, в частности, построение семантического ориентированного подграфа в функциональной семантической фреймовой сети (неориентированном

Известия
ИНСТИТУТА ИНЖЕНЕРНОЙ ФИЗИКИ

графе), ведущего от вершины «исходные данные» к целевой вершине «постановке задачи», в результате чего соответствующие математические соотношения становятся расчетными формулами путем разрешения относительно входов и выходов вершин графа.

Выбор необходимых и достаточных требований к структуре БДЗ ЭИС может осуществляться на основе использования условий критерия пригодности, исходя из сущности решаемых задач УРВВТ [2].

Информация, занесенная в БДЗ, хранится в виде отдельных, базисных типов данных – структур, которые позволят сохранять информацию в виде, приемлемом для дальнейшей работы (быстрого доступа и обработки информации, затребованной пользователем посредством конкретных запросов к БДЗ). Структура данных должна быть такова, чтобы адекватно отображать предметную область и минимизировать время поиска конечного пользователя для получения необходимых данных (при максимально возможном качестве этих данных). Получение конечных, определенных пользователем данных, например отчета о работах, выполненного по определенной теме НИР за конкретный период времени, происходит посредством сборки этого отчета из более простых фрагментов (структур): текста, рисунков, диаграмм, фотографий, библиографических ссылок, стандартных и специализированных фрагментов текста и т.д., то есть непосредственно при обращении пользователя к БДЗ с запросом. Должна существовать возможность получения как полного отчета (или другого документа), так и отдельных его частей, одинаково наглядно и быстро.

Исходя из этого, структура данных предполагает помимо стандартных типов данных (текстовые и цифровые массивы) наличие вторичных типов данных, определяемых на основе имеющейся информации о типах документов, подлежащих занесению в БДЗ. На основе этого структура данных должна содержать типы, однозначно описывающие подобные структуры документов, что позволяет унифицировано вносить их в БДЗ и предоставлять пользователю простой интерфейс для работы с этими данными. Основное назначение ЭИС – обеспечить быстрый санкционированный доступ в среду проблемно-ориентированного архива для подготовки обоснованных предложений (решений) по научно-техническим, экспериментальным и организационным вопросам выполнения комплекса различных работ по УРВВТ. Реализация этой функции ЭИС обеспечивается через запросы – стандартные и нестандартные. Стандартные запросы имеют строгую структуру, которая опирается на принятый в ЭИС УРВВТ формат записи (этикетки, карточки) о документе, размещенном на хранение в БДЗ. Например, формат запроса должен включать: проблему; тип документа; заголовок, авторов, ключевые слова, аннотацию и др.

Все потенциальные пользователи ЭИС могут быть условно разделены на 3 группы: заказчики, руководители разработок и административный персонал, т.е. лица, принимающие решения (ЛПР); проектировщики, разработчики, конструкторы, испытатели и производители ВВТ; специалисты, эксплуатирующие и развивающие ЭИС УРВВТ. Пользователям различных групп предоставляются различные возможности при формировании запросов к архиву БДЗ ЭИС.

Группе 1 предоставляется возможность формирования запросов I-го рода о содержании, трудоемкости, сроках, стоимости и других организационно-экономических параметрах разработок ВВТ. Целью формирования запросов является планирование работ и контроль их хода по УРВВТ. Запросы формируются как логические выражения, определяющие параметры искомой информации. Предоставляется возможность «искать в найденном» для организации последовательно уточняемого поиска.

Группе 2 предоставляется возможность использовать как запросы I-го рода в виде логических выражений, так и запросы II-го рода, формируемые из специализированных программных средств проектировщиков, разработчиков, конструкторов, испытателей, эксплуатационников и производителей ВВТ. Запросы II-го рода извлекают из БДЗ ЭИС конкретные параметры, необходимые, например, для работы моделирующей компьютерной программы или для конструкторской программы.

Группе 3 доступны возможности формирования запросов I-го и II-го рода, а также специфических запросов для определения качества информации в БДЗ (достоверности, полноты) и сохранности данных (целостности структур и данных БДЗ, возможности восстановления данных при сбоях и разрушениях БДЗ и т.п.).

При этом ЭИС должна предусматривать два способа запросов:

- использование пула стандартных запросов для каждой группы пользователей;
- формирование пользователем нестандартного запроса с использованием программно-ориентированного языка ЭИС.

Несмотря на стремление современных систем управления базой данных (СУБД) к универсальности, они имеют ограничения по структуре решаемых задач и по структуре данных.

Окончательное решение о пригодности конкретной СУБД для ЭИС можно принять только после проведения макетных (демонстрационных) исследований, так как достоинства и недостатки СУБД проявляются только при конкретном применении. Однако предварительный отбор СУБД для макетирования можно сделать на основе анализа технической документации по ранее созданным ЭИС. Для предварительного отбора СУБД необходимо определить требования к структуре данных и задачам, на решение которых направлено создание ЭИС.

С точки зрения военно-технического анализа СУБД должна:

- обеспечивать хранение, доступ, поиск разнородных данных (текстовых, графических, звуковых и др.);
- поддерживать объектную идеологию построения данных;
- обеспечить режимное хранение и санкционированный доступ к данным;
- поддерживать оперативный удаленный доступ к данным;
- обеспечивать единый доступ к данным различных типов и создание гипертекстовых ссылок;
- обеспечивать долгосрочное (десятки лет) хранение данных в открытых форматах, позволяющих производить смену (модернизацию и актуализацию) СУБД без больших капиталовложений;
- обеспечивать хранение данных на совокупности серверов;
- обеспечивать доступ к БДЗ в технологии клиент-сервер.

Определенными выше требованиями, по сравнительным оценкам из ряда СУБД (Oracle, Microsoft SQL Server, DB/2), можно выбрать СУБД Informix Universal Server, которая обладает вышеперечисленными достоинствами, а также поддерживает все необходимые типы данных, используемые для хранения в БДЗ [1].

К этим основным типам данных относятся:

- текстовые массивы (набор данных в виде символьной информации);
- таблицы (набор данных в виде символьной информации, представленной в виде N-мерных массивов – таблиц);
- цифровые массивы (набор данных в виде цифровой информации);
- графические образы (набор данных в виде рисунков, диаграмм, конструкторских чертежей, фотографий);
- видеоданные (набор данных в виде оцифрованной видеозаписи в форматах, доступных для прочтения (просмотра) стандартными средствами, предоставляемыми программным обеспечением ПЭВМ).

На базе основных типов данных, путем структурированных запросов пользователя к БДЗ, могут быть получены (сохранены) следующие типы информации:

- решения (комплекс рекомендаций, вырабатывающийся на основе информации, хранящейся в БДЗ и призванный способствовать более легкому и аргументированному выбору и применению тех или иных средств и методов работы при реализации проектов по темам, входящим в комплекс работ по УРВВТ);
- отчеты, структурированные по таким полям, как год выпуска отчета, организация, выпускавшая данный отчет, тема (с возможностью задания ключевых слов поиска), исходящий номер, список лиц, подготовивших отчет;
- результаты испытаний, представленные в виде структуры, содержащей непосредственно данные (параметры с их значениями), наименование организации, проводившей испытания, дату и т.д.;
- проекты работ;
- наименования фирм (как отечественных, так и зарубежных), работающих по направлениям разработки ВВТ;
- библиографические справки по темам, занесенным в БДЗ;
- биографические материалы.

Универсальность СУБД INFORMIX Universal Server заключается в органичном сочетании реляционных и объектных возможностей в одной СУБД [1]. При этом реляционными возможностями сервера являются:

- непроцедурный язык запросов высокого уровня (SQL92);
- обработка транзакций, поддержка восстановления и сериализации транзакций;
- стандартная система безопасности данных; производительность и масштабируемость.

Объектными возможностями сервера являются:

- возможность создавать любые типы данных на уровне сервера БДЗ (технология DataBlade);
- любая структура языка может быть реализована как тип данных INFORMIX Universal Server;
- оптимизация доступа к сложным типам данных, т.е. сервер «понимает» структуру объекта, поэтому возможен доступ к данным, основанный на их содержимом, и манипуляции элементами объектной структуры;
- возможно построение собственного метода доступа, ориентированного на конкретную структуру объекта (технология Data Blade);

Известия
ИНСТИТУТА ИНЖЕНЕРНОЙ ФИЗИКИ

◂ быстрая высококачественная разработка приложений, используя полную поддержку инкапсуляции, наследования и полиморфизма;

◂ динамическое переопределение функций объекта.

Основное достоинство СУБД INFORMIX Universal Server для решения задач УРВВТ состоит в том, что в ней используется технология динамичной масштабируемой архитектуры DSA. Эта архитектура позволяет сбалансировать рабочую загрузку между существующими ресурсами, поддерживая параллельное выполнение многих операций, таких как просмотр, объединение, построение индексов, загрузка данных и пр. Архитектура хорошо масштабируется и наращивание производительности вычислительного оборудования эффективно отражается на производительности сервера БДЗ. Эта архитектура хорошо работает как для коротких транзакций (запросов), так и для систем поддержки принятия сложных решений. СУБД реализована абсолютно идентично для UNIX-платформ и для Windows NT, что позволяет начать реализацию серверов ЭИС УРВВТ на относительно дешевых ПЭВМ, а впоследствии при необходимости повышения производительности переходить сначала к многопроцессорным Intel-платформам, а затем к UNIX-серверам.

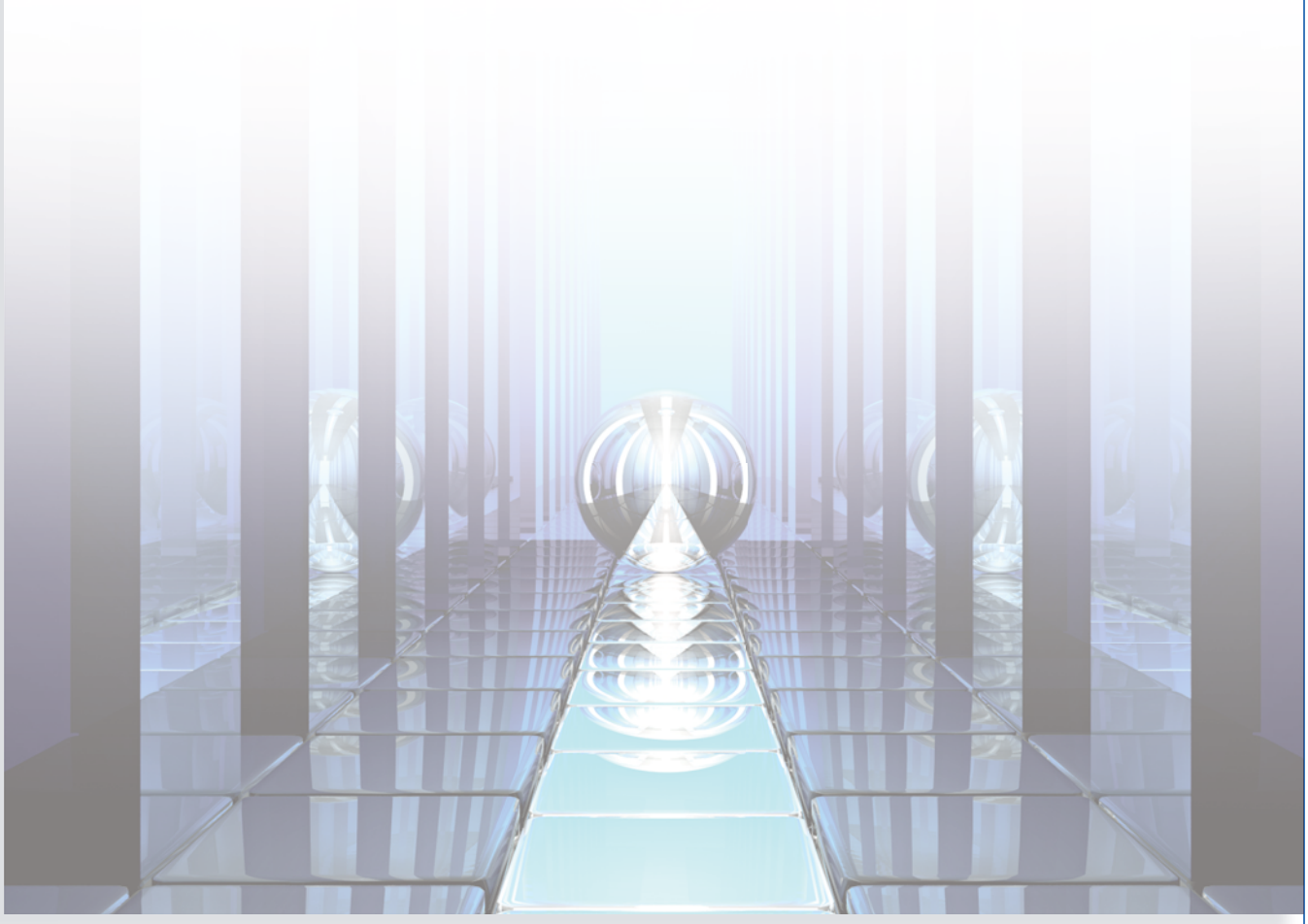
Таким образом, полученные результаты необходимы для формирования и обоснования технического облика территориально-распределенной ЭИС УРВВТ.

Литература

1. Мартин Дж. Организация баз данных в вычислительных системах. Пер. с англ. М.: Наука, 2008. 463 с.

2. Буренок В.М., Ляпунов В.М., Мудров В.И. Теория и практика планирования и управления развитием вооружения. М.: Изд. «Вооружение. Политика. Конверсия», 2009. 419 с.

3. Смирнов А.И., Кохтюлина И.Н. Глобальная безопасность и «мягкая сила 2.0»: вызовы и возможности для России. М.: ВНИИ геосистем, 2012. 276 с.



УДК 621.395

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИМПУЛЬСНЫХ ПОМЕХ НА МЯГКОЕ ДЕКОДИРОВАНИЕ ДВОИЧНЫХ ФМ СИГНАЛОВ

Владимир Владимирович Зеленевский
доктор технических наук, профессор
профессор кафедры
филиал ВА РВСН им. Петра Великого (г. Серпухов)
Адрес: 142202, Московская обл.,
г. Серпухов, ул. Бригадная, д. 17
Тел.: +7(4967)35-12-31

Юрий Владимирович Зеленевский
кандидат технических наук, доцент
ВА РВСН им. Петра Великого
Адрес: 109074, г. Москва,
Китайгородский пр-д, д. 9/5
Тел.: +7(4967)35-12-31

Борис Михайлович Наконечный
референт начальника
Департамента вооружения МО РФ

Евгений Валерьевич Шмырин
старший научный сотрудник МОУ «ИИФ»
Адрес: 142210, г. Серпухов,
Московская обл., Большой Ударный пер., д. 1а
Тел.: +7(4967)35-31-93

В статье представлены оценки вероятности ошибки мягкого декодирования бита переданного сообщения в зависимости от параметров импульсной помехи.

Estimations of the error probability of soft decoding of the transferred message bit depending on the parameters of the impulse interference is presented in the article.

Ключевые слова: скважность помехи, расширение спектра сигнала, оптимальный уровень порогового напряжения, режекция помехи, мягкое декодирование.

Keywords: interference periodicity, signal band expansion, optimal level of the threshold voltage, interference rejection, soft decoding.

Известно [1], что импульсная помеха (ИП) на частотной оси $u(f)$ представляет собой реализации широкополосного гауссовского шума, который перекрывает либо всю, либо часть полосы частот, занимаемой системой передачи. На временной оси $u(t)$ импульсная помеха поражает (искажает) некоторое число двоичных символов передаваемой кодовой последовательности.

Спектральная плотность мощности аддитивной смеси ИП+шум приемника равна G_j+N_0, а в отсутствие ИП действует только шум N_0. Так как на практике $N_0 \ll G_j$, то известное выражение для вероятности ошибочного приема бита сообщения при мягком декодировании можно представить как [1, 2]

$$P_0 = \frac{1}{2}\rho erfc \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{h_0^2} + \frac{\Pi}{2\rho K_{pc}}}} \text{ при } U_{\Pi}^{opt} = f(h_0^2) = const, \quad (1)$$

где ρ – скважность ИП, $\rho \leqslant 1$, при $\rho=1$ действие ИП соответствует непрерывному гауссовскому шуму;

$h_0^2 = \frac{E_c}{N_0}$, E_c – спектральная плотность мощности полезного сигнала (энергия сигнала);

$\Pi = \frac{P_{\Pi}}{P_C}$ – отношение мощностей ИП и полезного сигнала;

K_{pc} – коэффициент расширения спектра сигнала ($K_{pc} \geqslant 1$);

U_{Π}^{opt} – оптимальный уровень порогового напряжения, обеспечивающий наименьшее значение P_0 согласно критерию В.А. Котельникова [2];

$$erfc(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_x^{\infty} \exp(-t^2)dt .$$

В *таблице 1* представлены оценки вероятности $P_0=f(\Pi)$ при U_{Π}^{opt} =const, K_{pc}=1; 31; 1023; h_0^2 =2 (что является характерным для входа мягкого декодера) и ρ=1; 0,5; 0,1.

Анализ *таблицы 1* показывает:

– мощная ИП чрезвычайно опасная, при ρ=1 и K_{pc}=1 (сигнал без расширения спектра) она может парализовать систему передачи, т.е. P_0=0,5;

– увеличение K_{pc} позволяет снизить эффективность ИП, особенно это заметно при ρ=0,1; однако при ρ=1 увеличение K_{pc} (расширение спектра сигнала) эффекта не дает (значение P_0 стремится к 0,5 при увеличении Π);

Таблица 1

Значения $P_0=f(П)$ при $U^{opt}_{П}=const$, $h^2_0=2=const$

$П$		10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	1	10	10^{2}	10^{3}	10^{4}	10^{5}	10^{6}
ρ=1	K_{pc}=1	2.2×10^{-2}	2.3×10^{-2}	3×10^{-2}	7×10^{-2}	2.7×10^{-1}	0.42	0.47	0.5	0.5	0.5
	K_{pc}=31	2.2×10^{-2}	2.2×10^{-2}	2.2×10^{-2}	2.3×10^{-2}	4×10^{-2}	0.15	0.35	0.46	0.5	0.5
	K_{pc}=1023	2.2×10^{-2}	2.2×10^{-2}	2.2×10^{-2}	2.2×10^{-2}	2.3×10^{-2}	2.8×10^{-2}	8×10^{-2}	0.27	0.42	0.48
ρ=0.5	K_{pc}=1	1.15×10^{-2}	2×10^{-2}	5×10^{-2}	6×10^{-2}	1.5×10^{-1}	0.22	0.24	0.24	0.24	0.24
	K_{pc}=31	1.15×10^{-2}	1.15×10^{-2}	1.15×10^{-2}	1.25×10^{-2}	3×10^{-2}	0.115	0.2	0.23	0.24	0.24
	K_{pc}=1023	1.15×10^{-2}	1.15×10^{-2}	1.15×10^{-2}	1.15×10^{-2}	2×10^{-2}	5×10^{-2}	6×10^{-2}	0.16	0.21	0.24
ρ=0.1	K_{pc}=1	2.2×10^{-3}	2.8×10^{-3}	7.5×10^{-3}	2.6×10^{-2}	4.2×10^{-2}	4.8×10^{-2}	5×10^{-2}	5×10^{-2}	5×10^{-2}	5×10^{-2}
	K_{pc}=31	2.2×10^{-3}	2.2×10^{-3}	2.3×10^{-3}	4×10^{-3}	1.5×10^{-2}	3.5×10^{-2}	4.5×10^{-2}	5×10^{-2}	5×10^{-2}	5×10^{-2}
	K_{pc}=1023	2.2×10^{-3}	2.2×10^{-3}	2.2×10^{-3}	2.3×10^{-3}	2.8×10^{-3}	7.5×10^{-3}	2.5×10^{-2}	4.2×10^{-2}	4.6×10^{-2}	5×10^{-2}

– системы передачи с ФМ-сигналами и $K_{pc}=1$ могут обеспечить приемлемое значение вероятности P0 для мягкого декодера только до $\rho\leqslant0.1$;

– при любых ρ и K_{pc} с увеличением $П$ вероятность P_0 увеличивается, для $П\leqslant1$ существует возможность обеспечивать требуемые значения вероятности P_0 для мягкого декодера.

Предложение 1. Для борьбы с наиболее опасными ИП, то есть $П>1$, $\rho>0.1$ целесообразно использовать их режекцию по амплитуде $U_П=U^{opt}_П$, определяемой по выражению [2]

$$\min_{U_П}\left[P_0(h_0^2,U_П)=\frac{1}{2\sigma^2}\int_0^{U_П} e^{-\frac{x+U_s^2}{2\sigma^2}} I_0\left(2\sqrt{\frac{U_s^2}{2\sigma^2}x}\right)dx+\right.$$
$$\left.+1-\left(\frac{1}{2\sigma^2}\int_0^{U_П} e^{-\frac{y}{2\sigma^2}}dy\right)\right], \qquad (2)$$

где $\frac{U_s^2}{2\sigma^2}=h_0^2$; $I_0(\cdot)$ – модифицированная функция Бесселя первого рода нулевого порядка; $U_П=\frac{U}{2\sigma^2}$.

В ходе исследований установлена зависимость $U^{opt}_П=f(h_0^2)$ в виде выражения [2]

$$U^{opt}_П=0.9+0.2714\,h_0^2, \qquad (3)$$

где $U^{opt}_П=\frac{U^{opt}}{2\sigma^2}$.

Значение σ^2 определяется по известному выражению [1]

$$\sigma^2=kT\Delta FR_{вх}K_p,$$

где k – постоянная Больцмана, $k=1{,}38\times10^{-23}$ Дж/К;
T – температура окружающей среды, К;
ΔF – полоса пропускания радиоприемника;
$R_{вх}$ – входное сопротивление радиоприемника;
K_p – коэффициент усиления радиочастотного тракта приемника по мощности.

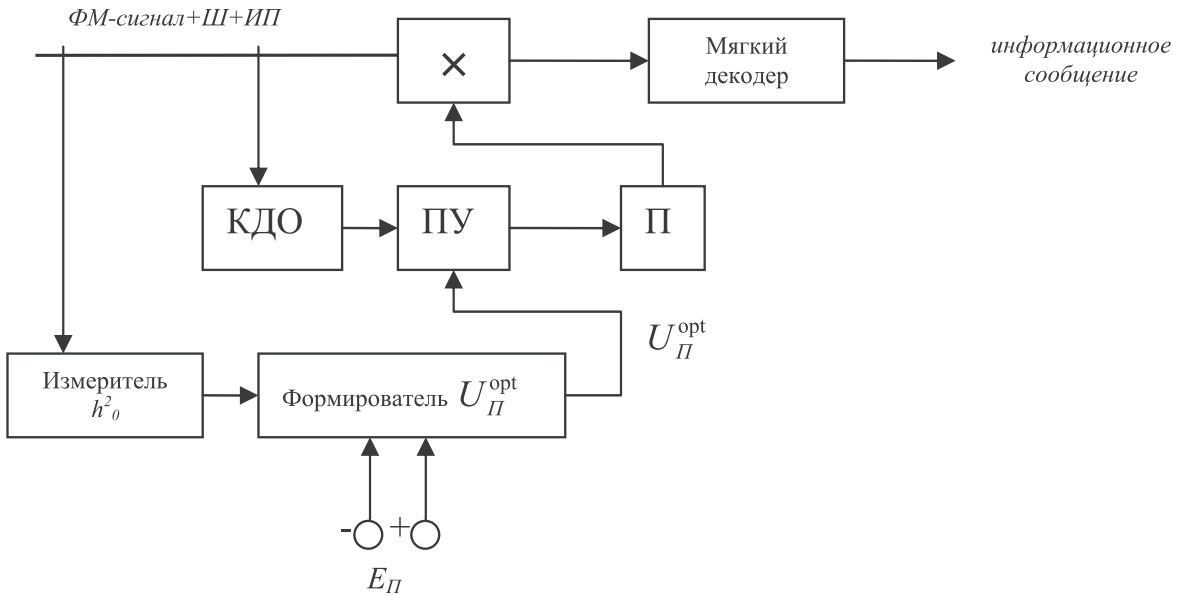


Рис. 1. Структурная схема режектора ИП

Примечание 1. Для реальных условий работы радиоприемников $\sigma^2 \leqslant 1$.

Последовательность функциональных преобразований сигнала при режекции импульсных помех представлена структурной схемой (*рисунок 1*), где обозначено: КДО – квадратичный детектор огибающей; ПУ – пороговое устройство; П – переключатель; Х – перемножитель. Аддитивная смесь сигнал + шум + импульсная помеха поступает на измеритель отношения h_0^2 и КДО. С выхода КДО видеосигнал поступает на первый вход ПУ, на второй вход которого подается напряжение U_{Π}^{opt}, сформированное от источника $E_{\text{ИП}}$ формирователем, который учитывает измеренное отношение h_0^2, т.е. $U_{\Pi}^{\text{opt}}=f(h_0^2)$ и соответствует выражению (3).

Выходное напряжение ПУ управляет работой переключателя П таким образом, что при превышении напряжения сигнала с выхода КДО уровня U_{Π}^{opt} на выходе перемножителя формируется близкий к нулевому уровень напряжения. Тем самым формируется адаптивно подключаемая зона режекции на время действия ИП, в результате чего осуществляется подавление ИП с $\Pi>1$ и при этом только незначительно уменьшается мощность полезного сигнала, который поступает на вход мягкого декодера.

В работе [2] получено выражение для вероятности ошибочного декодирования бита сообщения мягким декодером

$$P_b = \frac{1}{2}\left[1-\sum_{i=0}^{t_{um}} \mathrm{C}_{\mathrm{n}}^{\mathrm{i}} P_0^i (1-P_0)^{n-i}\right] \text{ при } U_{\Pi}^{\text{opt}}(h_0^2) = const \quad , \tag{4}$$

где n – длина кода, который можно декодировать мягким декодером;

t_{um} – число итераций декодирования, равное числу информационных символов.

Пусть $n=8$, $t_{um}=4$, равное числу информационных символов (т.е. код имеет 2-х кратную избыточность). Из *таблицы 1* выбираем вариант воздействия ИП с параметрами: $\Pi=100$; $\rho=1$; $K_{pc}=1$.

При отсутствии режекции ИП вероятность $P_0=0.42$ (*таблица 1*), а значение $P_b=1.2\times10^{-1}$; при режекции ИП ($\Pi\leqslant1$) вероятность $P_0=3\times10^{-2}$ (для $\Pi=0.1$), а значение $P_b=8\times10^{-7}$. Такой выигрыш в уменьшении вероятности P_b получен всего лишь за счет 2-х кратного расширения требуемой полосы частот.

Замечание. Значение $P_b=8\times10^{-7}$ при воздействии ИП можно получить и расширением спектра ФМ сигнала (при $K_{pc}=31$, $\rho=1$, $\Pi<103$) не прибегая к режекции ИП. Однако в этом случае полоса частот, необходимая для работы системы передачи, расширяется в $K_{pc}=31$ раз.

Выводы:

– при $\rho\geqslant0.5$, $\Pi>10$ импульсная помеха эффективно подавляет систему передачи с ФМ сигналом;

– для борьбы с ИП ($\Pi>10$) можно использовать расширение спектра сигнала, в этом случае чем больше значение K_{pc}, тем при больших отношениях Π обеспечивается заданная достоверность приема бита сообщения, однако в K_{pc} раз расширяется требуемая полоса частот (или уменьшается скорость передачи сообщения при фиксированной полосе частот);

– режекция ИП по уровню U_{Π}^{opt} и мягкое декодирование ФМ сигналов позволяют обеспечить заданное требование по достоверности приема (вероятности P_b) при $h_0^2\leqslant2$ (на бит сообщения), а требуемая полоса частот расширяется только в 2 раза.

Литература

1. Борисов В.И., Зинчук В.М., Лимарев А.Е., Шестопалов В.И. Помехозащищенность системы радиосвязи с расширением спектра прямой модуляцией псевдослучайной последовательностью. М.: «РадиоСофт», 2011.

2. Зеленевский В.В., Зеленевский Ю.В., Наконечный Б.М. Оценка статистических характеристик мягкого декодирования итеративных композиционных кодов // Труды XXXI Всероссийской НТК, часть II, 28-29 июня 2012 г., филиал ВА РВСН им. Петра Великого, г. Серпухов Московской области. С. 55-57.

УДК 621.396.946

ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОГО ПОТРЕБИТЕЛЯ КОСМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ ОБЛИКА КОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА

Александр Игоревич Галькевич
кандидат технических наук
президент – генеральный конструктор
ОАО «Спутниковая система «Гонец»
Адрес: 105005, Москва, ул. Бауманская, 53/2
Тел.: +7(495)745-50-60
E-mail: info@gonets.ru

Проводится анализ требований современного потребителя космической информации. Делается вывод о появлении нового требования – комплексности предоставления информации об объектах.

The analysis of requirements of the modern consumer of the space information is spent. It is judged occurrence of the new requirement – integrated approach of granting of the information on objects.

Ключевые слова: космическая система, бортовая специальная аппаратура космического аппарата, потребители космической информации, кластер, глобальность, непрерывность, оперативность, массовость, многоспутниковая орбитальная группировка непрерывного глобального обзора, единая космическая информационная система.

Keywords: space system, the onboard special equipment of a space vehicle, consumers of the space information, cluster, globality, a continuity, efficiency, mass character, a multisatellite orbital grouping of the continuous global review, uniform space information system.

Потребителем космической информации (КИ) в настоящее время выступают организации и отдельные лица, которые могут быть сгруппированы по

- области интересов (военные, гражданские, научно-исследовательские и др.);
- профессиональной специализации (гидрометеорология, лесное хозяйство, картография, экология и т.д.);
- рангу иерархии (стратегического, оперативного, тактического уровней).

Каждый из этих признаков порождает набор конкретных требований к качеству получаемой информации.

Потребители отличаются уровнем иерархии, мобильностью, численностью, пространственной распределенностью, платежеспособностью и требованиями по виду и качеству удовлетворения потребности в информации либо услуге. От уровня иерархии потребителя зависит мощность бортовой специальной аппаратуры (БСА) космического аппарата (КА), продолжительность сеанса обслуживания, количество сеансов обслуживания, их периодичность, оперативность доставки информации (которые, как правило, возрастают с понижением уровня иерархии), а также помехозащищенность систем передачи информации и продолжительность активного функционирования КА (которые, как правило, возрастают с повышением уровня иерархии). Численность потребителя, его мобильность и пространственная распределенность влияют на периодичность обслуживания, объем передаваемой информации, ширину полосы обзора КА, динамические характеристики КА.

Требования по виду и качеству удовлетворения потребности в КИ решающим образом влияют на облик (размеры, массу, мощность) БСА (а следовательно, и облик всего КА), бортовых систем передачи информации и ряда других систем (например, системы ориентации и управления движением). Таким образом, важнейшей задачей при анализе или синтезе орбитальной группировки (ОГ) и отдельного КА как элемента такой ОГ является тщательное изучение потребителя, прежде всего – его потребностей.

Представляется, что к потребностям пользователя относится получение КИ с определенной глобальностью, оперативностью, непрерывностью и массовостью. Условно можно записать кортеж этих свойств как <ГНОМ>. Рассмотрим содержание указанных свойств.

Глобальность – свойство системы обеспечивать КИ потребителей, находящихся в любой точке земной поверхности и околоземном космическом пространстве. Показатель глобальности: $Г = V_м/V_{тр}$, критерий $Г > Г_{тр}$,
где $V_м$ – объем пространства, обслуживаемого системой; $V_{тр}$ – требуемый объем пространства.

Непрерывность – свойство системы обеспечивать потребителя КИ в любое время. Показатель непрерывности: $H = T_м/T_{доп}$, критерий $H \geqslant H_{тр}$,
где $T_м$ – время доступа к системе; $T_{доп}$ – допустимое время доступа.

Оперативность – свойство системы обеспечивать потребителя КИ в требуемые сроки. Показатель оперативности:

$$\tau_м = \sum_{j=1}^{n} \tau_{Mj} - \Delta\tau,$$

где τ_M – длительность процесса обеспечения информацией; n – число основных этапов процесса; τ_{Mj} – длительность j-го этапа; $\Delta\tau$ – промежуток времени, учитывающий возможность пересечения отдельных этапов.

Критерий оперативности: $ф_м \leqslant ф_м^{тр}$,
где $ф_м^{тр}$ – требуемый уровень оперативности для данного потребителя.

Массовость – свойство системы обеспечивать доступность информации массовому потребителю. Показатель массовости:

$$M = N_м/N_{тр}, \text{ критерий } M \geqslant M_{тр},$$

где $N_м$ – число удовлетворенных заявок на получение информации; $N_{тр}$ – число поступивших заявок.

На практике чаще пользуются показателями качества выполнения целевой задачи (детальность разрешения на местности, необходимый спектральный диапазон), исходя из положения, что потребителю не нужен доступ к информации, не удовлетворяющей по качеству, следовательно, даже при наличии таковой заявка остается неудовлетворенной. Например, требования потребителей к материалам системы оперативного мониторинга приведены на *рисунке 1*.

Современная схема получения КИ приведена на *рисунке 2*. Она характеризуется низкими значениями показателей <ГНОМ>, максимальные значения которых достигаются только для однозадачных КС (например, связи и навигации), что обусловлено отсутствием интеграции специализированных КС. Потребитель, нуждающийся в решении задачи, обязан преобразовать ее в совокупность отдельных запросов на получение информации от совокупности специализированных КС и вынужден ждать, пока в рамках каждой из этих систем не завершится цикл выполнения специализированного запроса орбитальными средствами. Подобная схема удовлетворения потребности не позволяет потребителю стать массовым и пользоваться информацией в режиме времени, близком к реальному (так как время уходит на ожидание достижения КА заданного района, на выполнение задачи и обработку результата). Исключение составляет взаимодействие с однозадачными системами связи и навигации, когда запрос потребителя заранее прогнозируется, выполняется и потребитель по-

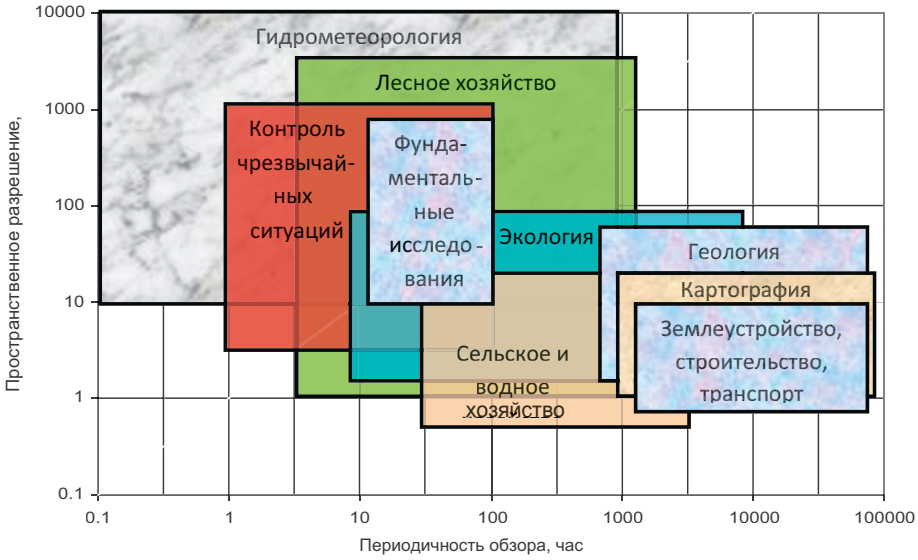


Рис. 1. Требования к периодичности обзора и пространственному разрешению для областей применения КА ДЗЗ

Известия
ИНСТИТУТА ИНЖЕНЕРНОЙ ФИЗИКИ

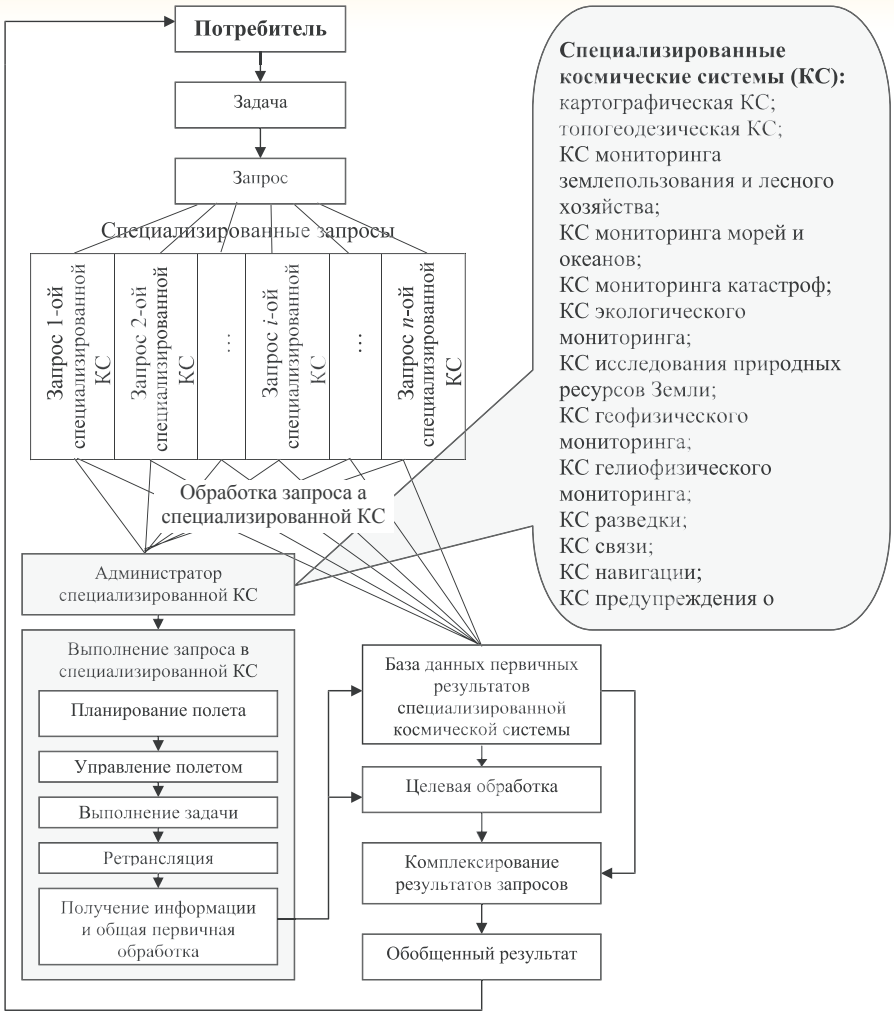


Рис. 2. Схема реализации запроса потребителя для получения информации от существующих космических систем

лучает результат немедленно. Для современного этапа развития космических информационных систем подобный подход можно считать устаревшим, так как он не учитывает тенденцию обеспечения доступа потребителя не к системе получения информации, а к информации непосредственно.

Современный потребитель качественно отличается от традиционного пользователя КИ. Он становится массовым, поскольку из-за распространенности компьютерных средств обработки информации число людей, психологически и технически готовых пользоваться КИ, неуклонно и существенно возрастает. Важно также то, что этот рост происходит за счет потребителя, который в основном относится к низшему, тактическому уровню иерархии. Это значит, что перспективная КС должна ориентироваться на потребителя, не имеющего сложной аппаратуры для формирования специализированных запросов и обработки результатов; мобильного, пространственно распределенного в рамках всей планеты; не обладающего энергоемкими средствами обеспечения доступа к КС на средних и высоких орбитах; не имеющего возможности дополнить КИ сведениями из других источников; не имеющего времени на ожидание результата запроса; оперирующего данными как стратегического, так и тактического характера, то есть нуждающегося в высокой частоте обновления быстроустаревающей информации. В совокупности это требует от перспективной космической информационной системы реализации требований <ГНОМ> в крайнем варианте: обеспечивать глобальное непрерывное информационное обслуживание потребителей различного ранга в режиме, близком к реальному времени.

Изменение характера потребителя кардинально изменяет понятие запроса потребителя к информационной системе. Массовый потребитель не будет иметь возможности и времени для декомпозиции своей задачи на ряд специа-

лизированных задач (например, картографического или метеорологического обеспечения) и формирования на их основе специализированных запросов, реализуемых в рамках специализированных КС. Пользователь должен иметь возможность задать комплексный запрос, и получить на него комплексный же ответ. Например, задача обеспечения марша подразделения ранее требовала от руководителя формирования десятка различных запросов к специализированным системам разведки и наблюдения различного базирования. При этом, каждая из этих систем могла предоставить информацию лишь по отдельному вопросу, например, о состоянии погоды на маршруте. В то же время потребность такого руководителя заключается вовсе не в том, чтобы знать уровень влажности грунта, его плотность, несущую способность, рельеф, наличие естественных и искусственных преград – руководителя интересует, с какой скоростью будут двигаться его подразделения по данному маршруту в данных условиях. Такой запрос по определению требует комплексирования информации от носителей различного базирования и различной специализации – наблюдения, связи, навигации и т.д.

Техническая реализация перечисленных требований не может быть осуществлена в рамках существующей схемы. Оперативный комплексный ответ потребителем может быть получен только в том случае, если схема реализации запроса потребителя существенно изменится (см. *рисунок 3*). Особенностью ее является взаимодействие потребителя не с отдельными специализированными КС, а с базой данных единой космической информационной системы (ЕКИС). В такой схеме ЕКИС инкапсулируется от потребителя, самостоятельно выполняя, в том числе и те

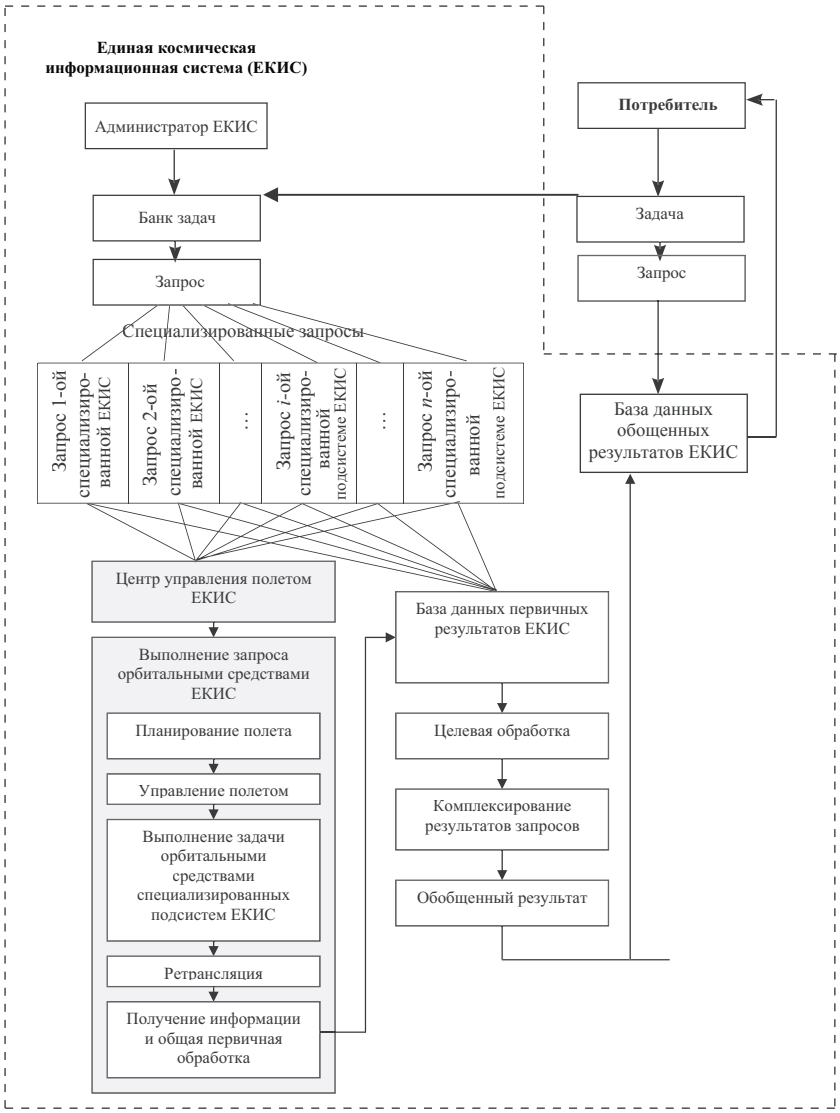


Рис. 3. Схема реализации запроса потребителя для получения информации от перспективной единой космической информационной системы

Известия
ИНСТИТУТА ИНЖЕНЕРНОЙ ФИЗИКИ

функции, которые ранее выполнял сам потребитель. В связи с этим возникает необходимость в переходе от функционального анализа запроса пользователя к комплексному, объектному, при котором осуществляется сбор информации об интересующих потребителя объектах в объеме, который пользователь полагает достаточным.

Новое содержание реализуемых ЕКИС функций неизбежно порождает новизну ее технического облика, так как ни одна из существующих в настоящее время КС реализовать необходимую схему удовлетворения запросов потребителя в рамках озвученных требований по <ГНОМ> не в состоянии.

Таким образом, новое качество современного пользователя КИ порождает необходимость в формировании облика КС мониторинга нового типа.

В настоящее время разработаны и находятся в эксплуатации значительное число КС для решения различных задач в интересах разнообразных по рангу и профессиональной принадлежности потребителей. Однако единой информационной системы они не образуют. Изначально созданные как узкоспециализированные, современные КС создают для потребителя несогласованные и оторванные друг от друга локализации информационного поля, которые требуют от пользователя значительных усилий по совместной обработке и комплексированию поступающих данных. Положение усугубляется тем, что у значительной части потребителей, прежде всего, оперативно-тактического и тактического уровня нет технических средств для проведения такой обработки. Это приводит к невыполнению современными КС требований по массовости. Отчасти о выполнении таких требований можно говорить по отношению к низкоорбитальным системам связи, учитывая сравнительную дешевизну и доступность для основной массы потребителей предоставляемых услуг.

Однако и остальные требования <ГНОМ> в целом не выполняются ни одной из существующих в мире КС. Так, требования по глобальности обслуживания не выполняются для геостационарных и высокоэллиптических орбитальных систем связи, ретрансляции, радиоэлектронной разведки, метеонаблюдения, раннего предупреждения о ракетном нападении. Для геостационарных орбит невыполнение требований по глобальности связано с недоступностью для обслуживания полярных зон с широтой более 70°. Для высокоэллиптических орбит невыполнение требований по глобальности связано с их специализацией по непрерывному обслуживанию одной из полярных зон ограниченным числом КА, из-за чего зоны обслуживания КА такой ОГ не пересекаются при пролете вблизи перигея орбиты над противоположной полярной зоной.

Требования по непрерывности обслуживания не выполняются ни одной из существующих систем оптико-электронной и радиолокационной разведки. Это связано с небольшим числом КА в таких ОГ при незначительных высотах полета и сравнительно малым углом обзора аппаратуры наблюдения, что приводит к незначительным размерам зоны обслуживания отдельного КА. Кроме того, малый размер угла обзора аппаратуры наблюдения предопределяет ограничения на производительность КА (число обслуженных районов за виток) даже при значительном размере полосы обзора.

Оперативность предоставления разведывательной информации, прежде всех систем оптико-электронной и радиолокационной разведки также не удовлетворяет требованиям наиболее массового потребителя оперативно-тактического и тактического уровня. Ограниченность энергоемкости бортовой аппаратуры предопределяет малые значения пропускной способности при передаче информации для обработки, а, следовательно – задержки в получении информации. Еще более существенные задержки во времени связаны с необходимостью обработки полученной информации, из-за чего в настоящее время оперативность получения информации в масштабе близком к реальному времени не реализуется ни одной из КС наблюдения и составляет 1,5–2 часа (для системы КН-12).

Поэтому даже комплексированием и согласованием применения современных КС за счет создания некоего общего центра управления создать полноценную ЕКИС невозможно.

Таким образом, органические недостатки современных КС, связанные с их узкой специализацией, несогласованностью, невыполнением основных требований по свойствам <ГНОМ> из-за особенностей орбитального построения и технических ограничений порождает необходимость в формировании облика космических информационных систем нового типа.

Упрощенным однозадачным вариантом такой ЕКИС являются эксплуатируемые много лет многоспутниковые ОГ навигации (GPS, ГЛОНАСС) и низкоорбитальной связи (Iridium, Orbcomm, Global Star) с численностью в несколько десятков однотипных КА. Именно опыт эксплуатации таких ОГ показал, что главным их недостатком является перегруженность НАКУ задачами управления при наличии труднопреодолимого барьера в виде ограничения на пропускную способность линий связи «земля-борт»

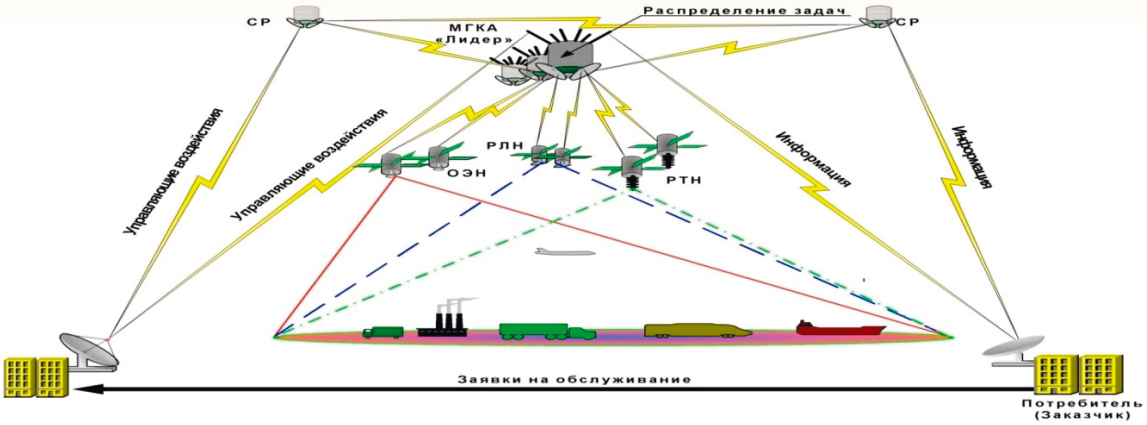


Рис. 4. Схема кластера космических аппаратов

и «борт-земля», что при дальнейшем увеличении численности ОГ приводит НАКУ в состояние информационного коллапса, когда наземные службы просто не успевают осуществлять циклы управления отдельным КА.

Для решения этой проблемы в ряде работ [1, 2] были предложены к реализации кластерные технологии управления. Кластер представляет собой единый групповой пространственно распределенный объект, под которым понимается совокупность иерархически взаимодействующих КА различного целевого назначения, которые наземными средствами управляются совместно, как одно целое. Необходимость декомпозиции на кластеры в многоспутниковой ОГ вызвана прежде всего необходимостью обеспечить управляемость ОГ, когда традиционные технологии управления каждым КА в отдельности для большого числа КА становятся нереализуемыми из-за ограничений на пропускную способность каналов связи. Невозможность реализовать циклы управления отдельно по каждому объекту приводит к естественному решению объединить такие объекты в группу, которая с точки зрения управления и контроля будет представлять собой единый пространственно распределенный объект – кластер. Из-за упомянутых ограничений на пропускную способность каналов связи «земля-борт», «борт-земля» управлять совместно множеством КА без создания внутри этого множества иерархии, технически крайне затруднительно. Соответственно, состав кластера должен быть декомпозирован на КА-лидера, решающего задачи взаимодействия с НАКУ, потребителем и с КА внутри кластера (а, значит – конструктивно более сложного и дорогого), и КА-ведомых, конструкция которых может быть упрощена для решения только целевой задачи (*рисунок 4*).

Таким образом, система управления и реализуемая в ней технология управления кластером будут иметь принципиальные отличия от традиционной технологии управления КА за счет организации иерархичности и сетевого межспутникового взаимодействия.

Кластеры в рамках единой ОГ могут формироваться как на постоянной основе, так и иметь временную структуру, соответствующую текущей решаемой задаче. Возможность реконфигурации (адаптации) структуры кластеров позволит варьировать уровнем решения целевой задачи применительно к отдельным зонам на поверхности Земли с учетом соображения, что тактический пользователь, как потребитель, по поверхности Земли распределен именно неравномерно и сосредоточен в определенных зонах, интерес к которым различается в зависимости от развития обстановки.

Таким образом, для создания ЕКИС необходимо формирование многоспутниковой ОГ непрерывного глобального обзора, состоящей из малогабаритных КА, созданных в результате развития технологий микроминиатюризации и реализующих принципы кластерного управления. Для современного этапа развития отечественного спутникостроения данные направления являются новыми, составляющими содержание перспективы создания информационных спутниковых систем.

Литература

1. Кукушкин С.С., Потюпкин А.Ю., Николаев Б.П. Методологические основы создания малогабаритных космических аппаратов и управления многоспутниковыми группировками // Двойные технологии, 2008, №2. С. 45-51.

2. Кукушкин С.С., Потюпкин А.Ю., Николаев Б.П. Прикладные направления целевого применения кластера малогабаритных космических аппаратов // Двойные технологии, 2008. №2. С. 64-68.

Известия
ИНСТИТУТА ИНЖЕНЕРНОЙ ФИЗИКИ

УДК 681.518

СИСТЕМА ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТАМОЖЕННОГО СОЮЗА

Владимир Анатольевич Цимбал
заслуженный деятель науки РФ,
доктор технических наук, профессор
ведущий научный сотрудник
МОУ «ИИФ»
Адрес: 142210, Серпухов,
Большой Ударный пер., д. 1а
Тел.: +7(4967)35-31-93 E-mail:tsimbalva@mail.ru

Дмитрий Анатольевич Ловцов
заслуженный деятель науки РФ,
доктор технических наук, профессор
заместитель директора по научной работе
Институт точной механики и вычислительной техники имени С.А. Лебедева РАН
Адрес: 119991, Москва, Ленинский пр-т, д. 51
Тел.: +7(495)998-75-42 E-mail: dal-1206@mail.ru

Анатолий Владимирович Лобан
кандидат технических наук,
старший научный сотрудник
ведущий научный сотрудник
Институт точной механики и вычислительной техники имени С.А. Лебедева РАН
Адрес: 119991, Москва, Ленинский пр-т, д. 51
Тел.: +7(495)998-75-42

Рассматриваются обоснованные предложения по стандартизации архитектурных и технологических решений при создании российского сегмента системы информационного обеспечения технического регулирования, а также интерфейсов и протоколов защищенного электронного информационного взаимодействия государств-участников Таможенного Союза.

Rational propositions to standardization of architecture and technology decisions at creation of Russian segment of Information Support System of technical management, interfaces and protocols of protected electronic information exchange of States – member of Custom Union are considered.

Ключевые слова: информационное обеспечение, техническое регулирование, технический регламент, сервис-ориентированная архитектура, интерфейс, протокол, информационный обмен.

Keywords: a supply with information, technical regulation, the technical rules, service-guided architecture, the interface, the report, an information exchange.

Информационная инфраструктура Таможенного Союза включает Центральный узел Комиссии ТС и узлы национальных сегментов ТС (Республики Беларусь, Республики Казахстан и Российской Федерации в настоящее время), объединяющие соответствующие ведомственные информационные системы и сегменты единой системы информационного обеспечения технического регулирования, применения санитарных, ветеринарных и фитосанитарных мер (СИОТР) государствами-членами ТС (*рисунок 1*).

При создании и функционировании российского сегмента СИОТР первоочередное внимание уделяется вопросам стандартизации используемых архитектурных и технологических решений, интерфейсов и протоколов, а также информационной безопасности [1]. Целью создания СИОТР является обеспечение благоприятных условий государствам-членам ТС для свободного движения продукции (товаров) на единой таможенной территории ТС и впоследствии единого экономического пространства, присоединения к Всемирной торговой организации, содействия устойчивому и сбалансированному росту экономик на основе повышения конкурентоспособности продукции и снижения технологических барьеров в торговле.

Объектами автоматизации являются следую-

Рис. 1. Информационная инфраструктура Таможенного Союза

щие основные процессы технического регулирования, применения санитарных, ветеринарных и фитосанитарных мер:

• доступ к единой системе нормативно-справочной информации внешней и взаимной торговли государств-членов ТС;

• взаимодействие с информационной системой внешней и взаимной торговли государств-членов ТС;

• предварительного информирования и электронного таможенного декларирования [2];

•информационного взаимодействия с органами госконтроля;

• персональной идентификации и разграничения доступа к информации технического регулирования, применения санитарных, ветеринарных и фитосанитарных мер.

Системный анализ и оценка методического и информационного обеспечения взаимодействия Российской Федерации с участниками единого экономического пространства ТС в области технического регулирования показали [3]:

• нормативное правовое обеспечение ТС, регулирующее создание СИОТР, постоянно обновляется;

• документы, определяющие политику распределения функций между сегментами СИОТР государств-членов ТС, до сих пор не утверждены;

• не завершено формирование единой базы данных и знаний (БДЗ) с постоянно обновляемой информацией экономического и правового характера;

• разделение сфер обязательных и добровольных требований к товарам и услугам – одна из основных функций СИОТР;

• в законодательных актах о техническом регулировании РФ уже используются методологические аспекты «европейской» модели (принципы, директивы Евросоюза), которые целесообразно учитывать при разработке российского сегмента единой СИОТР;

• в российском сегменте СИОТР должно осуществляться взаимодействие не только с информационными системами таможенных органов, но и с разнородными информационными системами различных государственных ведомств;

• в СИОТР необходимо иметь специальный компонент, позволяющий осуществить интеграцию с различными информационными системами контролирующих органов государств-участников ТС.

Данные аналитические результаты обусловливают необходимость разработки научно обоснованной *концепции* развития российского сегмента единой СИОТР, определяющей совокупность взаимосвязанных принципов эффективного решения новой (целевой для ТС) задачи информационно-таможенного обеспечения.

Задачу информационно-таможенного обеспечения, направленную на создание условий перехода от системы пассивного накапливания и распространения информации о международных стандартах к целостной, ориентированной на потребителей СИОТР, можно декомпозировать

Известия
ИНСТИТУТА ИНЖЕНЕРНОЙ ФИЗИКИ

на совокупность следующих частных научно-исследовательских задач:

• системный анализ существующего методического и информационного обеспечения взаимодействия РФ с участниками единого экономического пространства;

• юридический анализ нормативной правовой базы государств-членов ТС;

• оценка особенностей технического регулирования в РФ и в странах Евросоюза;

• оценка состояния интеграции и совместимости СИОТР;

• выработка долгосрочной стратегии на основе системы сбалансированных показателей;

• обоснование принципов создания СИОТР;

• определение функционально достаточного состава компонентов СИОТР.

Сегодня в мировой практике наиболее актуальной и эффективной методологией формирования системной концепции стратегического развития является методология «*Balanced Scorecard*» (BSC) – Система сбалансированных показателей (ССП) [4]. Ее появление обусловлено тем, что управление с помощью чисто финансовых показателей в современных условиях более не дает достаточной информации для принятия правильных и своевременных управляющих решений. Разработанная с целью повышения эффективности управления бизнесом, она вскоре доказала еще большую эффективность и в сфере государственного управления, ввиду следующих особенностей: ориентации организаций на выполнение определенной «благородной» миссии, эффективного сочетания финансовых и нефинансовых показателей, технологического каскадирования задач на всех уровнях деятельности – от организации в целом до конкретного работника; наглядного представления данных и др.

Миссию создаваемой СИОТР можно определить следующим образом: национальная система информационного обеспечения технического регулирования, в качестве которой выступает российский сегмент СИОТР, существует для аккумулирования и распространения информации о техническом регулировании среди российских и зарубежных предприятий, органов власти, научных организаций и всех заинтересованных лиц на базе информационной интеграции с целью обеспечения безопасности и повышения качества жизни.

Согласно данной миссии, и учитывая особенности существующей национальной системы информационного обеспечения технического регулирования, можно следующим образом сформулировать основные *цели* (*ценности*) СИОТР:

• ориентация на запросы потребителя;

• интеграция информационных потоков в единой БДЗ о стандартизации, метрологии и сертификации;

• обеспечение достоверности, аккуратности и точности переработки и распространения информации.

На основе декларации о миссии и целях (ценностях) разрабатывается стратегия деятельности СИОТР, т.е. «общие приоритеты, принятые организацией с учетом внешних условий ее существования и стремления к осуществлению ее миссии» [4]. Одним из апробированных методов разработки стратегии является *SWOT*-анализ (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats*) – рассмотрение сильных и слабых сторон организации, ее возможностей по осуществлению своей миссии и угроз, способных ей воспрепятствовать.

К *сильным сторонам* существующей национальной системы информационного обеспечения технического регулирования относятся:

• колоссальный массив накопленной информации по вопросам технического регулирования и стандартизации;

• отлаженная схема ведения Федерального информационного фонда технических регламентов и стандартов;

• связи с иностранными и международными органами стандартизации;

• возможность верификации переводов иностранных и международных стандартов с подтверждением аутентичности тексту оригинала;

• мощная крупномасштабная компьютерная сеть;

• высокий научно-исследовательский потенциал организаций, занимающихся поддержанием и развитием данной системы.

Целесообразность формирования стратегии деятельности СИОТР обусловливается уникальным положением национальной системы информационного обеспечения технического регулирования, которая обладает исключительным правом публикации официальных документов по стандартизации, метрологии и сертификации; уникальной БДЗ в рамках Федерального информационного фонда технических регламентов и стандартов, возможностью за счет тесных контактов с национальными, международными и иностранными органами стандартизации оперативно отслеживать изменения в области стандартизации и др. Угрозой выполнению миссии является возможность «размывания» эксклюзивности услуг по информационному обеспечению технического регулирования.

Целевую задачу повышения эффективности коммуникаций с пользователями СИОТР со-

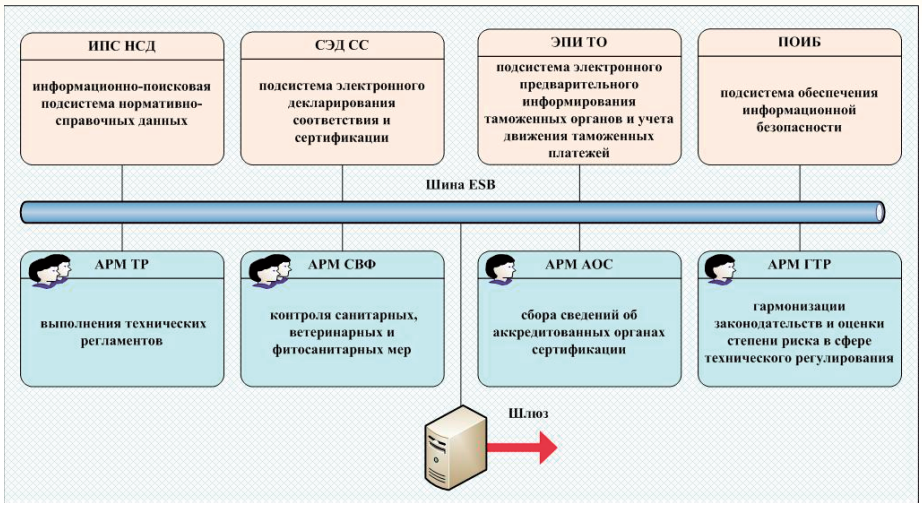


Рис. 2. Архитектура рациональной СИОТР

гласно методологии ССП можно декомпозировать на ряд частных подзадач, наиболее важными из которых являются следующие [5]:

• эффективно управляемый *доступ* к документам по стандартизации, метрологии и сертификации, включая предоставление пользователю автоматизированных сервисов по сравнительному анализу документов, выбору, поиску и доставке запрошенной информации;

• *электронный обмен* данными, основанный на использовании интернет-технологий для прямого контакта между пользователем и системой;

• *координация* процессов сбора, обработки, анализа и визуализации информации о состоянии проблемной ситуации в единой СИОТР.

Решение данных задач представляется возможным посредством реализации технологической части методологии ССП – *оптимизации внутренних процессов*. Необходимо оптимизировать процессы СИОТР, связанные с управлением информационными ресурсами путем интеграции информационных потоков различных участников процессов технического регулирования и использования всех имеющихся каналов взаимодействия.

Предлагаемая *системная концепция* стратегического развития российского сегмента СИОТР, базирующаяся на методологии ССП, позволит успешно выполнять стоящие перед СИОТР целевые и функциональные задачи, повысить уровень качества и конкурентоспособности отечественной продукции, способствовать экономическому росту России и укреплению ее позиций на международной арене. При этом представляется целесообразным наряду с традиционными универсальными принципами (системности, развития, новых задач, совместимости, эффективности, унификации, первых руководителей [6]) создания СИОТР использовать следующие специализированные: доступность и отказоустойчивость, масштабируемость, адаптивность (к внесению изменений), информационная безопасность.

В целом системный анализ существующих компонентов СИОТР, вербальная формализация и анализ задачи информационно-таможенного обеспечения, а также концептуальных основ и путей ее решения на основе создания единой СИОТР ТС позволяют сделать следующие продуктивные *выводы* и определить *требования*, которые целесообразно учитывать при разработке предложений по стандартизации архитектурных и технологических решений, выборе интерфейсов и протоколов обмена данными, обеспечивающих процессы создания и функционирования российского сегмента СИОТР:

• состав компонентов российского сегмента СИОТР целесообразно определять в соответствии с задачами, перечисленными в Федеральном законе «О техническом регулировании» [7].

• при разработке целесообразно использовать методологические аспекты «европейской» модели – актуальными являются методологические вопросы обоснования и развития стратегии, архитектуры, технологий, интерфейсов и протоколов обмена данными;

• системная концепция стратегического развития на основе методологии BSC позволит успешно выполнять стоящие перед СИОТР цели и задачи;

• для реализации информационного взаимодействия в составе СИОТР необходимо иметь специальный компонент – шлюз;

• рациональность СИОТР можно обеспечить

Известия
ИНСТИТУТА ИНЖЕНЕРНОЙ ФИЗИКИ

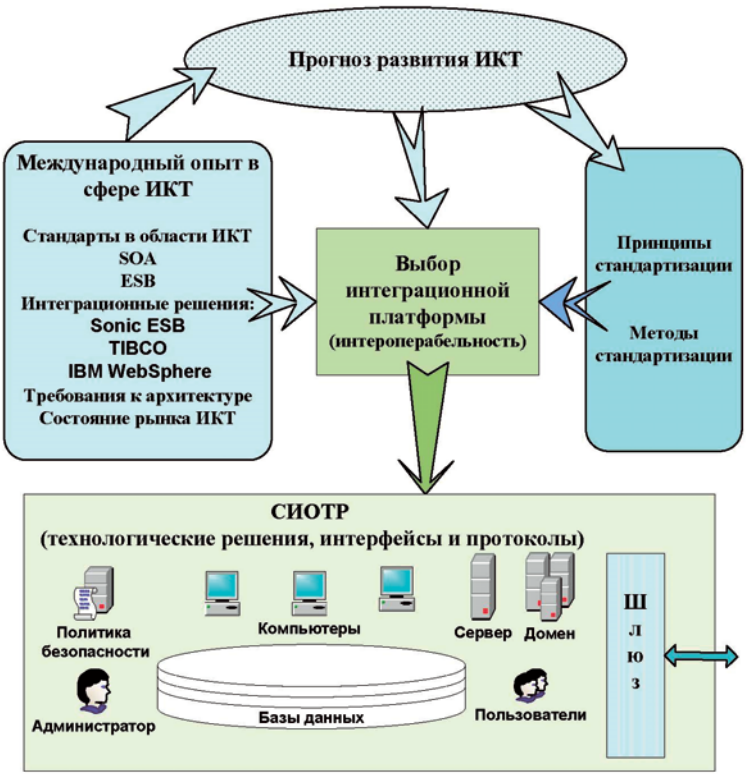


Рис. 3. Логическая организация интеграционной платформы СИОТР

на основе комплексной автоматизация процессов технического регулирования, применения санитарных, ветеринарных и фитосанитарных мер, осуществляемых таможенными органами.

С учетом перечисленных продуктивных выводов и требований, а также выявленных целей (ценностей) и задач в состав СИОТР предлагается [3] включить функционально достаточную совокупность следующих базовых компонентов (*рисунок 2*):

ИПС НСД – информационно-поисковая подсистема нормативно-справочных данных;

СЭД СС – подсистема электронного таможенного декларирования соответствия и сертификации;

ЭПИ ТО – подсистема электронного предварительного информирования таможенных органов и учета движения таможенных платежей;

ПОИБ – подсистема обеспечения информационной безопасности;

АРМ ТР – автоматизированные рабочие места выполнения технических регламентов;

АРМ СВФ – автоматизированные рабочие места контроля санитарных, ветеринарных и фитосанитарных мер;

АРМ АОС – автоматизированное рабочее место сбора сведений об аккредитованных органах сертификации;

АРМ ГТР – автоматизированное рабочее место гармонизации законодательств и оценки степени рисков (экономических, политических, технологических и др.) в сфере технического регулирования.

Для создания архитектуры рациональной СИОТР следует на основе стандартизации с учетом требуемого уровня интеграции системы, возможностей технологии корпоративной интеграционной шины, а также требуемых сроков разработки и объемов финансирования работ сформировать общую *функциональную схему* процессов системы, единую модель данных, циркулирующих в системе; перечень стандартных сервисов, в совокупности обеспечивающих заданную надежность и быстродействие при совместной работе нескольких разнородных систем.

В основу обоснования интеграционной платформы создаваемой СИОТР (*рисунок 3*) представляется целесообразным положить апробированные принципы и методы стандартизации, а также международный опыт и прогноз развития информационно-компьютерных технологий (ИКТ).

Анализ международного опыта в сфере ИКТ (используемые стандарты в области ИКТ, требования к архитектуре, примеры интеграционных решений: *Sonic ESB, TIBCO, IBM Web Sphere* и др., состояние рынка ИКТ и др.) позволил выявить следующие тенденции:

• конвергенция грид-систем и *web*-служб на основе интероперабельности и в зависимости от уровня интеграции;

• эволюция к сервис-ориентированной архитектуре – *SOA* (чтобы создать полноценную *SOA*-архитектуру, нужно выстроить потоки данных «сверху вниз», сформировать общую функциональную схему процессов информационной системы, единую модель данных);

• широкое применение корпоративной интеграционной сервисной шины *ESB* (ключевой элемент для любой *SOA*) для построения информационных систем.

Преимущества шины *ESB*: надежность, масштабируемость, наличие адаптеров, встроенные инструментарии, возможность мониторинга.

Особенности интеграции приложений СИОТР на основе концепции *SOA* состоят в том, что, во-первых, в настоящее время стандарты *SOA* уже разработаны на уровне адаптеров, транспортном уровне (стандартизация взаимодействия) и уровне описания процессов, а, во-вторых, в России специалистов по технологиям *SOA* немного, а специалистов, владеющих методологией реализации концепции *SOA* – практически нет.

Основные *SOA*-требования к интеграционной архитектуре включают:

• контроль выполнения и согласование процессов по всем задействованным системам;

• управление потоком информации, передаваемой из одного приложения в другое;

• представление информации в интерфейсе пользователя независимо от применяемого в данный момент приложения или устройства;

• наличие механизма для перехода от одного приложения к другому и обратно;

• поддержку стабильности единого внешнего вида и содержания (включая элементы управления) интерфейса пользователя.

По мнению аналитиков передовой компании «*Gartner*» [8], интеграция данных является сегодня основным инструментом обеспечения функционирования *SOA*, а обеспечение оптимального времени задержки в предоставлении данных приобретает все большее значение. Для решения задач интеграции данных нет универсального подхода, поэтому необходимо соотносить требования к интеграционному решению с реальными характеристиками имеющихся технологий и средств.

Анализ опыта и прогнозы аналитиков в сфере ИКТ позволяют сформулировать основные *принципы стандартизации* при выборе архитектуры и технологий, предполагаемых к использованию в СИОТР ТС. В частности, целесообразно при разработке СИОТР использовать следующие принципы:

• применения единых (стандартных) правил установления требований к архитектурным и технологическим решениям компонентов СИОТР на добровольной основе;

• соответствия принимаемых решений уровню развития ИКТ и научно-техническому уровню новых разработок в Российской Федерации;

• соответствия технических решений отечественным стандартам с учетом гармонизации [9];

• обеспечения единства правил и методов проведения испытаний при проверке соответствия функциональных компонентов СИОТР требованиям технического задания.

Руководствуясь выбранными принципами, можно обосновать рациональную совокупность *методов стандартизации*. Так, при разработке СИОТР рекомендуется использовать традиционные методы стандартизации, связанные с систематизацией, классификацией, кодированием, типизацией и унификацией объектов автоматизации, а именно:

• систематизация объектов стандартизации – научно обоснованное, последовательное классифицирование и ранжирование компонентов;

• упорядочение объектов стандартизации – универсальный метод в области стандартизации продукции, процессов и услуг;

• селекция объектов стандартизации – отбор объектов, которые признаются целесообразными для дальнейшего применения;

• симплификация – определение объектов, которые признаются нецелесообразными для дальнейшего применения;

• типизация объектов стандартизации – создание типовых объектов-образцов компонентов, технологических правил, форм документации;

• оптимизация объектов стандартизации – нахождение оптимальных главных параметров, а также значений всех других показателей качества и экономичности;

• параметрическая стандартизация – количественная характеристика параметров продукции;

• агрегатирование – метод разработки СИОТР из отдельных стандартных унифицированных компонентов, многократно используемых при создании других информационных систем;

• опережающая стандартизация – установление повышенных по отношению к уже достигнутому на практике уровню норм и требований к объектам стандартизации, которые согласно прогнозам будут оптимальными в последующее время.

Известия
ИНСТИТУТА ИНЖЕНЕРНОЙ ФИЗИКИ

Обоснование интеграционной платформы при создании СИОТР предлагается осуществлять, используя национальный каталог технических стандартов GIF (*Government Interoperability Frameworks*) по совместимости информационных систем, а также государственный реестр схем данных, определяющих основные принципы, цели, задачи, сферу применения, техническую совместимость, семантическую или информационную совместимость, совместимость на уровне процессов, порядок разработки и обновления GIF, порядок организации разработки новых версий документов, порядок контроля за соблюдением их предписаний. Причем предпочтение следует отдавать открытым стандартам – спецификациям, допускается также использование стандартов де-факто.

Государственный реестр схем данных – единый нормативный источник информации о способах представления электронных данных, размеченных в соответствии со спецификацией XML, определяющий регламент ведения реестра, технические требования к регистрируемым схемам данных, схемы классификации (иерархическая, тематическая, по области распространения).

Разработка предложений по стандартизации интерфейсов и протоколов *защищенного межгосударственного обмена информацией* российского сегмента СИОТР осуществляется аналогично.

Вначале также производится всесторонний анализ международного опыта в сфере использования интерфейсов и протоколов, включая анализ используемых стандартов в области коммуникаций (*e-GIF*, Великобритания; *SAGA*, Германия; *TRM*, США), особенности формирования и содержание профилей протоколов обмена информацией, стандартов представления различных данных, ограничений нормативных правовых актов в области обмена информацией и др.

Чтобы разработать (частично, выбрать) интерфейсы и протоколы межгосударственного обмена информацией в единой СИОТР нужно на основе требуемого уровня стандартизации данных, возможностей стандарта языка *XML* для интеграции данных, профилей технологических стандартов в области протоколов информационного обмена, а также стандартных форматов обмена данными и основных стандартов сети Интернет сформировать практические интерфейсы и протоколы обмена данными, циркулирующими в системе с использованием шлюза при межгосударственном взаимодействии нескольких разнородных систем.

Анализ международного опыта и прогнозы аналитиков [8] в сфере интерфейсов и протоколов позволяют сформулировать основные *принципы стандартизации* при разработке (выборе) предложений по стандартизации интерфейсов и протоколов, предполагаемых к использованию в СИОТР.

Целесообразно также использовать *принципы* применения стандартных правил установления требований на добровольной основе с учетом гармонизации, соответствия принимаемых решений уровню развития ИКТ и высокому уровню научно-технический разработок, единых стандартных процедур испытаний при проверке соответствия интерфейсов и протоколов обмена данными между функциональными компонентами системы требованиям технического задания.

Руководствуясь выбранными принципами можно перейти к обоснованию использования совокупности *методов стандартизации*. При выборе (разработке) интерфейсов и протоколов межгосударственного обмена данными в СИОТР рекомендуется использовать традиционные методы стандартизации, связанные с систематизацией, классификацией, кодированием, типизацией и унификацией объектов автоматизации. Многообразие существующих стандартных интерфейсов и протоколов обмена данными позволяет при разработке ограничиться лишь обоснованным выбором.

Принципы и методы стандартизации, а также международный опыт использования интерфейсов и протоколов и прогноз развития ИКТ – вот три основных фактора, которые следует положить в основу разработки (выбора) интерфейсов и протоколов межгосударственного обмена информацией в создаваемом российском сегменте СИОТР.

Мировыми лидерами в области стандартизации интерфейсов и протоколов при защищенном электронном информационном обмене [10] являются Великобритания, Германия и США, разработавшие следующие стандарты и проекты:

1. Стандарты *e-GIF* (Великобритания), включающие: *e-GMS* – стандарт на метаданные (на Дублинском ядре), *GCL* – список категорий правительственной информации, *GDSC* – каталог стандартных государственных данных, *XML* – схемы, *TSC* – каталог технических стандартов, *e-SDF* – методика разработки электронных услуг.

2. Стандарты *SAGA* (Германия): набор «ИКТ-стандартов, процедур, методов и продуктов для электронного правительства» (обязательные, рекомендованные, под наблюдением), включая стандарты моделирования процессов, данных,

архитектуры приложений, клиента, представления, коммуникации.

3. Проект стандарта *TRM* (США), определяющего архитектуру деятельности, приложений, безопасности, техническую архитектуру, информационную архитектуру.

Стандарты *SAGA, e-GIF, TRM* можно считать *профилями технологических* стандартов в области протоколов информационного обмена (специально сформированная совокупность базовых стандартов). Профиль протоколов информационного обмена должен содержать стандарты на форматы обмена данными и структуры данных, протоколы обмена данными, спецификации требований к программным средствам. Кроме форматов обмена, специфичных для прикладной области технического регулирования, в профиле протоколов предусматриваются форматы обмена метаданными через услуги телекоммуникационной среды, такие как поддержка виртуальных частных (корпоративных) сетей, обмен сообщениями (электронная почта), обмен файлами, Web-технологии, видеоконференцсвязь.

Для обеспечения защищенности информационного обмена на единой таможенной территории ТС на государственном уровне следует [11]:

• вести целенаправленную работу по международно-правовой стандартизации используемых криптографических алгоритмов;

• принимать активное участие в разработке новых сетеобразующих протоколов (глобальной динамической маршрутизации *BGP – Border Gateway Protocol*, разрешения доменных имен *DNS – Domain Name System* и др.) и модернизации существующих. Модификацию сетеобразующих протоколов с целью повышения их устойчивости и безопасности [12] следует тесно связать с модификацией криптографической части этих протоколов, в связи с чем Российской Федерации следует принять все предлагаемые стандартизирующей международной организацией *IETF* (*Internet Engineering Task Force*) модификации сетеобразующих протоколов при условии замены использующихся криптографических алгоритмов на отечественные алгоритмы ГОСТ 28147-89, ГОСТ Р 34.11-94, ГОСТ Р 34.10-2001 [13];

• определить порядок использования криптоалгоритмов в сетеобразующих протоколах национального сегмента сети Интернет, а также порядок работы с криптографическими ключами и обеспечить выполнение этих требований операторами связи.

Таким образом, на основе *анализа* методического и информационного обеспечения взаимодействия Российской Федерации с участниками единого экономического пространства в области технического регулирования и *разработки* предложений по стандартизации используемых архитектурных и технологических решений, интерфейсов и протоколов защищенного межгосударственного электронного информационного обмена, обеспечивающих процессы создании и функционировании российского сегмента единой СИОТР, при ее создании и развитии (совершенствовании) *предлагается*:

• использовать *ESB* и *SOA* – стандарты де-факто в сфере ИКТ;

• использовать эволюционный подход (интеграция «точка – точка»; интеграция приложений; *SOA*) при построении архитектуры СИОТР;

• технологические решения при создании СИОТР предварить формированием общей функциональной схемы процессов и единой модели данных, которые должны разрабатываться на базе стандартов *SOA* на уровнях адаптеров, транспорта и описания процессов;

• для сопоставления технологий интеграции данных предлагается ориентироваться на обеспечение оптимального времени задержки в предоставлении данных;

• выбор интеграционной платформы при создании СИОТР осуществлять, используя национальный каталог технических стандартов (*GIF*) по совместимости информационных систем и государственный реестр схем данных;

• использовать предлагаемые принципы и методы стандартизации;

• использовать стандарт языка *XML* как универсальный формат информации (документов) и обмена ими;

• использовать среду гарантированной доставки и маршрутизации информации и *XML*-документов на единой таможенной территории ТС на базе стандартных протоколов сети Интернет при условии замены использующихся криптографических алгоритмов на отечественные алгоритмы;

• использовать подсистемы взаимодействия в виде *Web*-служб, которые представляют собой программные компоненты приложений, доступные на основе стандартных протоколов сети Интернет и выполняющие требуемые функции.

В целом рассмотренные предложения позволили обосновать рациональный вариант архитектуры российского сегмента СИОТР ТС, а также определить долгосрочную стратегию и конкретные этапы ее развития [3]. Имитационное моделирование рассмотренных предложений по разработке крупномасштабного проекта дало положительные результаты.

Известия
ИНСТИТУТА ИНЖЕНЕРНОЙ ФИЗИКИ

Литература

1. Аронов И. З., Версан В. Г. Модели технического регулирования // Стандарты и качество. 2004. № 9.

2. Ловцов Д.А., Чубукова С.Г., Шехматов Л.М. Правовое обеспечение электронного таможенного декларирования физическими лицами // Труды XXXI Всеросс. науч.-техн. конф. «Проблемы эффективности и безопасности функционирования сложных технических и информационных систем» / СВИ, ИИФ. Серпухов: СВИ, 2012.

3. Разработка предложений по стандартизации используемых архитектурных и технологических решений, интерфейсов и протоколов и обеспечению безопасности информации при создании и функционировании Российского сегмента единой информационной системы по техническому регулированию, применению санитарных, ветеринарных и фитосанитарных мер Таможенного Союза: Отчет о НИР (шифр «Методология-ТР» / Минпромторг РФ; Руководитель Д.А. Ловцов. М., 2011. 176 с. – Исполн. А.В. Лобан, Д.А. Ловцов, С.М. Злобин, В.Н. Суриков, С.В. Чурмасов.

4. Каплан Р.С., Нортон Д.П. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию. М.: Олимп-бизнес, 2006. 320 с.

5. Докукин А. В. Повышение эффективности системы информационного обеспечения технического регулирования // Транспортное дело России. 2008. № 1.

6. Ловцов Д. А. Информационная теория эргасистем. Тезаурус. М.: Наука, 2005. 248 с.

7. Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» (ред. от 01 мая 2007 г.) // СЗ РФ. 2002. № 52 (ч. 1). Ст. 5140.

8. Http://www.gartner.com – официальный веб-сайт аналитиков компании «Gartner».

9. Чирков А. П. Стандартизация – основа технического регулирования // Деловые вести Ярославии. 2006. № 11.

10. Ловцов Д. А. Проблемы правового регулирования электронного документооборота // Информационное право. 2005. № 2. С. 28-31.

11. Ловцов Д. А. Проблема международно-правового регулирования информационной безопасности российских телематических сетей // Труды Междунар. науч.-практ. конф. «Государство и право: вызовы XXI века» (Кутафинские чтения) / МГЮА им. О.Е. Кутафина. М.: МГЮА, 2011. С. 57-63.

12. Ловцов Д. А., Цимбал В. А. Нетрадиционные каналы съема информации // Известия Института инженерной физики. 2007. № 4. С. 9-12.

13. RFC 5830. GOST 28147-89. Encryption, Decryption, and Message Authentication Code (MAC) Algorithms. March 2010; RFC 5831. GOST R 34.11-94. Hash Function Algorithm. March 2010; RFC 5832. GOST R 34.10-2001. Digital Signature Algorithm. March 2010; RFC 5933. GOST R 34.10-2001. Use of GOST Signature Algorithms in DNSKEY and RRSIG Resource Records for DNSSEC. July 2010.

УДК 159.92.8

СИГНИФИКАЦИОННЫЕ УМЕНИЯ ОБУЧАЕМЫХ КАК СРЕДСТВО ОПТИМИЗАЦИИ ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ КРЕАТИВНОСТИ*

Татьяна Сергеевна Скрипка
ассистент кафедры психологии
ГОУ ВПО «СмолГУ»
Адрес: 214000, г. Смоленск, ул. Пржевальского, д. 4
Тел.: +7(4812)38-70-77
E-mail: skripka.tat@yandex.ru

Наталья Александровна Куценко
научный сотрудник МОУ «ИИФ»
Адрес: 142210, Московская обл.,
г. Серпухов, Большой Ударный пер., д. 1а
Тел.: +7(4967)35-31-93

Валерий Николаевич Умников
доктор технических наук, профессор
ведущий сотрудник МОУ «ИИФ»
Адрес: 142210, Московская обл.,
г. Серпухов, Большой Ударный пер., д. 1а
Тел.: +7(4967)35-31-93

Рассматривается психосемиотический подход, согласно которому гармония-энтропия культурной формы является универсальным показателем, транслируемым в пространстве культуры. В этой статье содержится анализ показателя гармонии-энтропии рисунков подростков и юношей (279 человек) из Смоленска, Сарова, Байконура. Уровень креативности работ тесно связан с показателем гармонии-энтропии формы.

The psychosemiotyce approach, the harmony-chaos of form is the universal means of the indirect reproducing of cultural meaning. This article considers analysis of the harmony-chaos of form contains in drowings of teenager and young man (279) in Smolensk, Sarov, Baikonur. Creative works differ on presence of the harmony-chaos of form.

Ключевые слова: гармония-энтропия формы, показатель креативности, рисунки подростков и юношей, произведение искусства; архетип; педагогика; психология.

Keywords: the harmony-chaos of form, index of the creative, drawings of teenager and young, piece of art; archetype; pedagogic; psychology.

Развитие творческой одаренности учащихся является одной из первоочередных задач современного общества, что закреплено в содержании нормативно-правовых актов государственного и международного права. Так в ст. 29 Конвенции ООН о правах ребенка в п. 1 сказано: «Государства-участники соглашаются в том, что образование ребенка должно быть направлено на: развитие личности, талантов и умственных и физических способностей ребенка в их самом полном объеме» (с. 14). Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» (проект); план действий по модернизации общего образования на 2011-2015 гг., утвержденный Распоряжением Правительства Российской Федерации от 07.09.2010 г. № 1507-р; Федеральная целевая программа развития образования на 2011-2015 годы, Национальная образовательная инициатива «Наша новая школа», утвержденная Президентом Российской Федерации от 04.02.2010 г. №Пр-271 подчеркивают значимость сопровождения одаренности учащихся. Все это обусловливает актуальность исследования проблемы общей творческой одаренности, то есть креативности [6] подростков и юношей.

Согласно данным ряда исследователей, до 100% учителей принимают проблему развития креативности личности как важную и значимую, считают ее необходимой в выстраивании жизненной стратегии ученика (И.Е. Брякова, И.А. Семенова и др.). На сегодняшний день одной из причин низкой эффективности психо-

* Исследования проводятся при поддержке РФФИ (грант №12-06-00243-а).

лого-педагогического сопровождения креативности учащихся является отсутствие единого концептуального подхода к изучению природы творческой одаренности, основанного на глубинных характеристиках творчества, который способен обеспечить создание надежных методов оценки креативного потенциала учащихся. Д.Б. Богоявленская, В.Д. Шадриков и другие подчеркивают: «…природа одаренности объективно требует новых методов диагностики, поскольку традиционные психометрические методики (в виде тестов интеллекта и тестов креативности) не валидны по отношению к особенностям поведения и качественного своеобразия психических ресурсов одаренного ребенка» [1].

В свете вышесказанного очевидной становится необходимость выбора и обоснования единого подхода к изучению природы творческой одаренности, разработки на его основе валидного метода диагностики креативности, а также реализации этого метода в надежной, точной, репрезентативной, валидной и удобной в применении диагностической методике.

Проблема измерения творческой одаренности личности неоднократно поднималась в работах психологов, педагогов, философов (Е.И. Банзелюк, Т.А. Дмитренко, Г.В. Терехова, Л.В. Шубина и др.). Анализ исследований по проблеме креативности [1, 3, 5] а также материалы бесед с психологами сферы образования выявил, что наиболее распространенные на сегодняшний день тесты Э.П. Торренса, Р. Вартега имеют существенные недостатки (длительность процедуры обследования и обработки данных, условность параметра «уникальность» образа и т.д.). Например, целый ряд исследователей указывает на недостаточность тестометрической диагностики креативности (М. Волах, М. Коган, А.Н. Воронин, Е.Л. Григоренко, В.Н. Дружинин, Э. Ландау, Н.В. Хазратова, Д.Б. Богоявленская, Е.И. Банзелюк и др.). К основным недостаткам существующих диагностических методик относится длительность процедуры обследования (тесты программы исследования способностей (ARP) (Дж. Гилфорд и др.), батарея тестов креативности (Э.П. Торренс), методика оценки уровня креативности мышления на основе использования заданий, созданных методом «Морфологического ящика» (А.Б. Юрасов), обилие критериев оценки (методики В.Н. Дружинина, Н.В. Хазратовой) а также сложность обработки данных и интерпретации (батарея тестов Э.П. Торренса, «Креативное поле» Д.Б. Богоявленской и др.). Все это существенно затрудняет диагностику креативности учащихся и затрудняет стандартизацию результатов диагностики, которая требует наличия критериального единства параметров оцениваемого свойства.

Однако решение данной проблемы на уровне анализа свойств дивергентного мышления либо на уровне диагностики личностных свойств: мотивационной сферы, познавательной активности, адаптационного потенциала личности и т.д. (И.В. Зеленкова, Э. Ландау, В.Ф. Луговая, И.А. Семенова и др.) не позволяет осуществить обоснованный выбор единых фундаментальных характеристик креативности. Поэтому авторы современных психологических и психолого-педагогических исследований отмечают необходимость анализа креативности на надличностном уровне научного осмысления (И.М. Кыштымова, А.И. Колков и др.). Так, в работах И.М. Кыштымовой креативность изучается «…посредством анализа системы метакультурных смыслов, реализуемых через средства культуры…» [2]., т.е. исследование строится на основании психосемиотической методологии.

Указания на научную перспективность психосемиотической методологии для развития исследований по проблематике креативности содержатся в трудах таких ученых и мыслителей как Б.Ф. Ломов, Н.И. Жинкин, У. Эко и др. Психосемиотическая модель позволяет осуществить целостный междисциплинарный подход к исследованию креативности, определению универсальных механизмов ее развития. При этом креативность определяется как «…свойство личности, которое отражается в способности выражать личностный смысл средствами культуры» [2]. Креативность рассматривается в неразрывной взаимосвязи с умением сигнификации, т.е. воплощения авторского замысла при помощи знаковых средств культуры. Культура – не только детерминирующая среда, но и источник развития личности, осуществляющий воздействие с момента рождения и на протяжении всего жизненного пути личности посредством системы знаково-символических объектов (Л.С. Выготский, А.Р. Лурия, А.Н. Леонтьев и др.). Поэтому использование знаково-символических объектов культуры для диагностики и развития креативности подростков и юношей может выступать эффективным средством оптимизации психолого-педагогического сопровождения творческой одаренности учащихся.

В отличие от существовавших ранее исследований, основным акцентом нашей работы становится изучение сигнификационных умений учащихся посредством анализа уровня гармонии-энтропии невербального творчества (соответствие пропорций рисунков учащихся показателям энтропийно-гармонической нормы твор-

чества (ЭГНТ, А.И. Колков). В выборе параметра психосемиотического анализа мы опираемся на мнения профессоров В.И. Коробко и А.П. Стахова, доктора философских наук Э.М. Сороко и других ученых, которые отмечают особую значимость соотношения гармонии и энтропии культурных объектов, постулируя прямую зависимость между указанным соотношением и уровнем творческой одаренности автора. На основании данных концептуальных положений нами был создан метод анализа невербального творчества, разработана и апробирована на репрезентативной выборке методика диагностики креативности (С.П. Иванов, Т.С. Скрипка), направленная на изучение меры реализации в творчестве испытуемых ЭГНТ, как отражения творческой одаренности автора.

Эмпирическую базу исследования составили 270 испытуемых подросткового и юношеского возраста (учащиеся школ, студенты 1-2 курсов колледжа и университета) из Смоленска, Сарова, Байконура, принявших участие в пилотажном исследовании, в ходе которого апробировался диагностический инструментарий, формировалась процедура исследования. В констатирующем эксперименте было обследовано 115 учащихся 10-11 классов. Разработка, апробация и валидизация авторской методики осуществлялась в течение 2005-2011 гг. в двух городах региона Центральной России (Смоленск и закрытого автономного территориального образования Саров Нижегородской обл.), а также в одном городе республики Казахстан, в настоящий момент арендуемом Россией (Байконур Кызылординской обл.). Исследование производилось на базе МОУ СОШ № 39 г. Смоленска (35 учащихся 11-х классов) и СмолГУ (Смоленский государственный университет, 73 студента 1-го и 2-го курсов психолого-педагогического факультета), МОУ СОШ № 10 г. Сарова (41 учащийся 11-х классов) и СарМК (Саровский медицинский колледж, 38 студентов 1-го и 2-го курсов), ряда МОУ СОШ Байконура (83 учащихся средних и старших классов). Всего в эмпирическом исследовании приняли участие 270 испытуемых в возрасте от 10 до 19 лет (80 подростков, 129 испытуемых юношеского возраста). Количество испытуемых женского пола 167 человек, мужского пола – 103 человека. В общей сложности было проанализировано более 2300 рисунков, выполненных авторами подросткового и юношеского возраста.

В ходе выборочного исследования у каждого испытуемого производилось измерение нескольких признаков. Исследование было направлено на определение меры взаимосвязи сигнификационных умений и уровня дивергентного мышления подростков и юношей, изучение сигнификационных умений подростков и юношей как фактора оптимизации диагностики креативности учащихся.

Пилотажный эксперимент позволил определить показатели зоны актуального развития учащихся подросткового и юношеского возраста. В ходе пилотажного эксперимента был выявлен один из параметров творчества, согласно теоретическим положениям психосемиотики, находящийся в тесной взаимосвязи с уровнем креативности автора. Указанный параметр может быть описан как сигнификационное умение выбора знаковой формы, соответствующей энтропийно-гармонической норме творчества (ЭГНТ) (А.И. Колков). Оптимальные пропорции упорядоченности и энтропии в рисунке, как в объекте культуры, соответствуют отношению $F_{энгт}=0{,}618$, т.е. пропорциям «Золотого сечения». Исследование сигнификационных умений учащихся было осуществлено на материале рисунков, выполненных при дополнении стимульных фигур до любого целостного образа. Всего автор выполняет 12 рисунков, которые затем проходят оцифровку для компьютерной обработки и анализа данных. Согласно ЭГНТ, идеальное отношение площади рисунка к площади оставшейся части должно составлять $\frac{\sqrt{5}-1}{2}\approx 0{,}618$. Площадь выделяемой под каждый рисунок области равна 100 см^2 (она обозначена при помощи рамки), то есть площадь занятой рисунком части области в случае реализации ЭГНТ должна составлять 0,618·100=61,8 см^2.

Величина $x_i=\frac{|P_i-61{,}8|}{61{,}8}$

(P_i - площадь занятой рисунком части в i-м тесте) представляет собой относительное отклонение от пропорций ЭГНТ. Значение $x_i=0$ означает, что выполненный рисунок реализует ЭГНТ, $x_i=0{,}25$ – что отличие от оптимальных по критерию гармонии-энтропии формы пропорций составляет 0,25 или 25%. Соответственно, чем меньше числовое значение коэффициента отклонения (чем меньше отклонение от ЭГНТ), тем в большей мере автор воплощает в своем рисунке надличностные смыслы гармонии и соразмерности. Для обеспечения программного измерения площадей и оптимизации процедуры расчетов была создана программа для ЭВМ, получившая название «Pifagor».

В процессе апробации авторской методики было проанализировано более 2300 рисунков, выполненных авторами подросткового и юношеского возраста из Смоленска, Сарова, Байконура. Каждому из 233 испытуемых было пред-

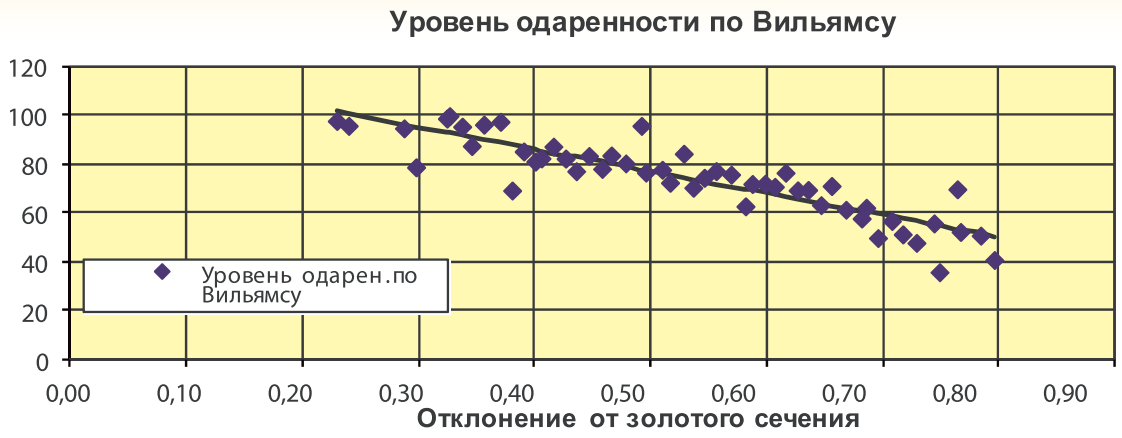


Рис. 1. Точечная диаграмма распределения результатов теста дивергентного мышления в зависимости от показателей отклонения от ЭГНТ

ложено 12 заданий. Все задания обрабатывались по программе Pifagor, далее для каждого вычислялось среднее значение (по формуле простой средней). Математическая обработка данных исследования позволила заключить: измерения признака «коэффициент отклонения от ЭГНТ» располагаются соответственно нормальному закону распределения (закону Гаусса). Границы 95% доверительного интервала для среднего значения $\bar{X}$ находятся в пределах от 0,514 до 0,545 ($P(\hat{X} \in [0{,}5147; 0{,}5453]) = 0{,}95$), т.е. показатели выборочной совокупности являются устойчивыми и будут воспроизведены в результатах генеральной совокупности с вероятностью 95% ($\bar{X}=0{,}53$; $m=0{,}0078$; $S=0{,}119$; $P(\hat{X} \in [0{,}5147; 0{,}5453]) = 0{,}95$)). Среднестатистическая творческая работа не воплощает в своих пропорциях гармоническое отношение ($\bar{X}=0{,}53$). Рисунок не является ни идеально соразмерным, ни выражено диспропорциональным. Эта характеристика соответствует диагностическим данным об уровне креативности учащихся, большинство из которых обладают средним уровнем развития креативности (Ф. Вильямс, Е.Е. Туник и др.).

Сопоставление результатов исследования двух признаков (уровня креативности и отклонения от энтропийно-гармонической нормы творчества) на одной выборке испытуемых (233 чел., 10-19 лет), позволил сделать вывод о статистической взаимосвязанности изучаемых признаков. $r=-0{,}887$, что соответствует тесной (сильной) взаимосвязи указанных признаков (по Э.В. Ивантер, А.В. Коросову). На основании уравнения регрессии ($y=122{,}09 - 89{,}88x$) можно построить график взаимосвязи признаков.

Величина модуля коэффициента корреляции описывает связь переменных как близкую к линейной функциональной зависимости. Значение линейной корреляции r = – 0,887 характеризует сильную отрицательную взаимосвязь изучаемых характеристик и определяет возможность прогноза 79% результатов теста дивергентного мышления по имеющимся данным соответствия ЭГНТ (т.е. пропорциям золотого сечения).

Уровень дивергентного мышления испытуемого в тесте Ф. Вильямса определяется путем сложения показателей пяти основных характеристик дивергентного мышления.

Ниже приводятся результаты корреляционного анализа, направленного на выявление силы и направления взаимосвязи между показателями факторов дивергентного мышления и коэффициентом отклонения от ЭГНТ.

Таблица 1

Взаимосвязь между показателями факторов дивергентного мышления и коэффициента отклонения от ЭГНТ

Факторы дивергентного мышления (тест Ф.Вильямса)	**Коэффициент корреляции Пирсона**	**Сила взаимосвязи показателей факторов дивергентного мышления и отклонения от ЭГНТ**
Разработанность	– 0,67975	средняя
Гибкость	– 0,32024	умеренная
Оригинальность	– 0,89829	сильная
Беглость	– 0,55169	средняя
Вербальное творчество	– 0,39983	умеренная

Приведенная в *таблице 1* характеристика взаимосвязи между факторами дивергентного мышления и показателями коэффициента «отклонение ЭГНТ» выявляет отрицательную корреляцию различной степени тесноты, от умеренной (между отклонением ЭГНТ и гибкостью дивергентного мышления) до сильной (между

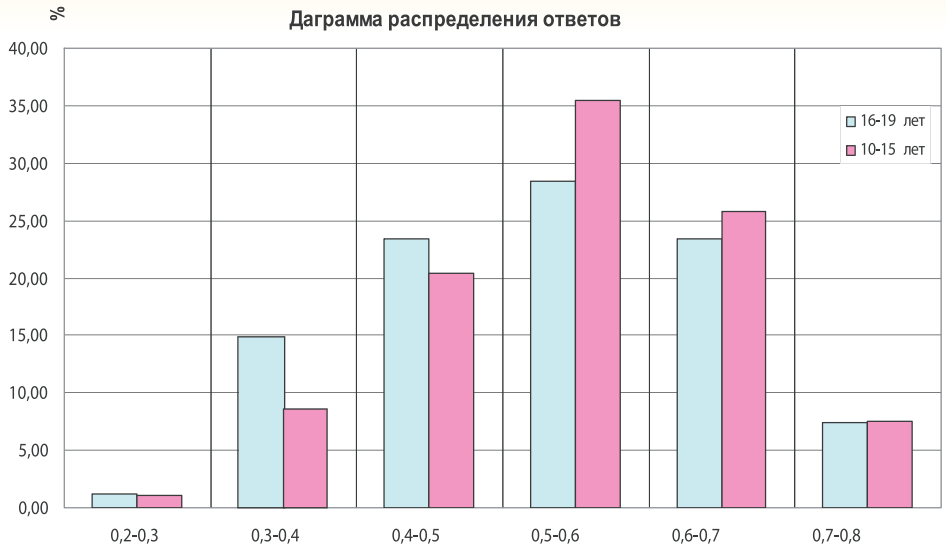


Рис. 2. Гистограмма распределения результатов тестирования испытуемых разных возрастных групп

отклонением ЭГНТ и оригинальностью создаваемых образов). Фактор «название» связан с генеральным показателем также умеренной отрицательной корреляционной взаимосвязью. Следовательно, чем более пропорции рисунка приближаются к соразмерному соотношению, задаваемому золотым сечением, тем больше вероятность высокого развития дивергентного мышления испытуемого, в том числе таких факторов как оригинальность, разработанность и беглость выполнения творческих заданий. Далее для той же выборки испытуемых было проведено сопоставление признаков «сигнификационное умение ЭГНТ» и таких характеристик автора как уровень интеллекта, академическая успеваемость, возраст, пол, регион проживания. Результаты математической обработки данных показали:

1) умение подбирать гармоничную форму для своего творческого замысла не имеет статистически значимой взаимосвязи с уровнем развития интеллекта автора (по тесту структуры интеллекта Р. Амтхауэра). Существует тенденция умеренной отрицательной корреляционной связи ($r=-0{,}41$) между показателями отклонения от ЭГНТ и успешностью выполнения математических субтестов;

2) выявлено отсутствие тесной линейной взаимосвязи параметров академической успеваемости и способности создавать в рисунке гармоничную форму для своего творческого замысла;

3) доказано отсутствие статистически значимой взаимосвязи между возрастом испытуемых и мерой воплощения в рисунках этих авторов ЭГНТ. Младшая возрастная группа включала испытуемых в возрастном диапазоне от 10 до 15 лет. В старшую группу вошли юноши и девушки от 16 до 19 лет. Границы возрастных групп были определены согласно хронологии этапов онтогенетического развития, представленной в психологических энциклопедических источниках [4]. Количество испытуемых в подростковой группе составляло 80 человек, в юношеской – 92 человека.

Метод поперечных срезов, операционализированный методом пространственного анализа площадей и методами корреляционного и факторного анализа, позволил выявить однородность разновозрастных выборок по параметру «отклонение от ЭГНТ».

Хронологический возраст испытуемых напрямую связан (хотя и не тождественен) с психологическим возрастом, который подразумевает специфику целого ряда показателей, таких как социальная ситуация развития (Л.С. Выготский, А.Н. Леонтьев); ведущий вид деятельности (Д.Б. Эльконин); тип деятельностно-опосредствованных отношений индивида с референтными группами (А.В. Петровский) и др. Подтверждая отсутствие взаимосвязи между показателями возраста и сигнификационным умением автора, мы, фактически, доказываем независимость способности к созданию высоко эстетичных произведений искусства от всех вышеназванных возрастных особенностей. Учитывая незначительный охват возрастного диапазона испытуемых, с достаточной долей объективности это можно утверждать, по крайней мере, для представителей подросткового и юношеского возраста.

Известия
ИНСТИТУТА ИНЖЕНЕРНОЙ ФИЗИКИ

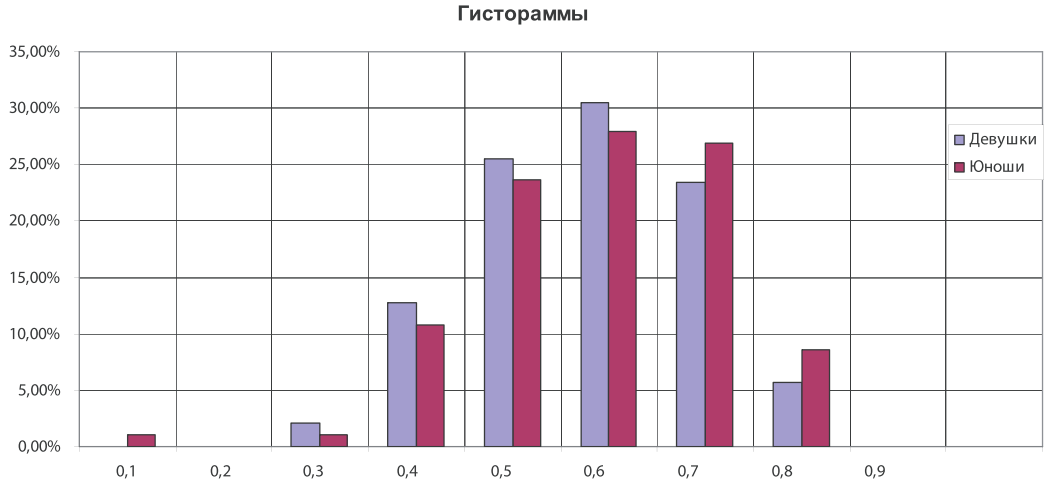


Рис. 3. Гистограммы показателей коэффициента отклонения от ЭГНТ для групп испытуемых женского и мужского пола

В результате сопоставления данных из трех регионов исследования, было доказано, что сигнификационные умения учащихся не зависят от этногеографической специфики региона. Соответственно, результаты проведенных нами исследований с большой долей вероятности могут воспроизводиться для выборок подростков и юношей, ситуация развития которых связана с различными региональными и этническими характеристиками.

Также была эмпирически доказано отсутствие взаимосвязи параметров гармонии-энтропии продукта творчества и пола автора (см. *рисунок 3*). Это означает, что факт выбора соразмерной и гармоничной формы для своей творческой работы, создание произведения искусства, способного породить у зрителя яркое эмоциональное переживание, не зависит от принадлежности автора к мужскому или к женскому полу. Если принимать во внимание надличностный уровень анализа креативности, которого позволяет достигать психосемиотическая методология исследования, то полученные результаты анализа можно рассматривать как прогнозируемые и объяснимые.

Указанные результаты могут рассматриваться как подтверждение надежности разработанной нами методики, осуществленное при помощи метода расщепления данных выборочной совокупности на две независимые случайные выборки.

Методика отвечает требованиям качества диагностического инструментария: репрезентативности (что обеспечивается значительной выборкой испытуемых, а также устойчивостью распределения ($\bar{X}$=0,53; m=0,0078; S=0,119; $P(\hat{X} \in [0,5147; 0,5453]) = 0,95)$), надежности (ретестовая надежность r_{xy}=0,587, надежность методом расщепления (при α=0,05 $Z_{набл}$=–0,306, $F_{набл}$ =1,224). В результате произведенного анализа данные выборочной совокупности были стандартизированы, что обеспечивает возможность определения уровня индивидуального показателя по отношению к большинству результатов выборочной совокупности. Результаты диагностики соответствуют требованиям точности (погрешность измерения не превышает 0,005 см^2), объективности (основана на машинном способе измерения и обработки данных, минимизирующем влияние личности экспериментатора) и валидности (конструктная валидность r=|0,887|). Для увеличения точности процедуры расчетов создана действующая модель программного продукта «Pifagor», функционирующего на базе NT Windows 2000 XP. Программный продукт обеспечен элементами статистического анализа данных и функцией создания базы данных, снабженной паролем.

Таким образом, по результатам математической обработки данных исследования можно сделать заключение: уровень творческой одаренности (креативности) тесно связан со способностью создавать гармоничную форму для воплощения своего творческого замысла. Эмпирическое подтверждение тесноты взаимосвязи показателя гармонии-энтропии культурного текста (рисунка) и уровня креативности автора позволяет приблизиться к пониманию глубинных основ творчества, произвести анализ природы креативности с позиции метакультурного осмысления. Оценка сигнификационных умений подростков и юношей осуществляется на

основе анализа продуктов невербального творчества (рисунков учащихся), что обусловливает потенциальную возможность использования авторской методики для широкого возрастного диапазона испытуемых. Отсутствие социокультурных и интеллектуальных ограничений также расширяет сферу применения данной авторской методики, обеспечивая ее актуальность в работе с детьми-инвалидами, сиротами, подростками группы риска, детьми из социально неблагополучных семей. Необходимо отметить, что эти группы детей оказываются зачастую исключенными из психологического сопровождения одаренности из-за сложностей проведения с ними диагностических процедур и последующей коррекционной и развивающей работы. Именно творческая одаренность может стать индивидуальным ресурсом, основой социализации данных групп детей. В соответствие с этим, в ракурсе педагогической психологии можно выделить три перспективные области применения данной разработки.

1. Психологическое сопровождение одаренных подростков и юношей «группы риска», детей-инвалидов, сирот, детей из социально неблагополучных семей.

2. Диагностика, коррекция и развитие одаренных учащихся, имеющих трудности в школьной адаптации, в т.ч. низкий уровень учебной мотивации и неудовлетворительные академические показатели.

3. Формирование индивидуального маршрута обучения и организация профориентационной программы на основе объективных данных об уровне творческой одаренности старшеклассников.

Новизна идей состоит в теоретическом обосновании и практическом доказательстве существования тесной взаимосвязи между уровнем креативности учащегося и особенностями пропорций его рисунка. В ходе теоретического анализа проблемы и эмпирического исследования (2003–2011 гг.) было доказано, что сигнификационное умение создавать гармоничную форму продукта творчества тесно связано с уровнем креативности автора ($r=|0{,}887|$). Учет специфики сигнификационных умений учащихся в процессе психолого-педагогического сопровождения учащихся позволяет учителю более объективно оценивать креативность учащихся.

Таким образом, психолого-педагогическое сопровождение креативности подростков и юношей необходимо строить с учетом специфики сигнификационных умений учащихся.

Литература

1. Богоявленская Д.Б., Шадриков В.Д., Бабаева Ю.Д. и др. Рабочая концепция одаренности. 2-е изд. М., 2003. 90 с.

2. Кыштымова И.М. Психосемиотика креативности: монография Иркутск, 2008. 579 с.

3. Луговая В.Ф. Креативность как компонент адаптационного потенциала личности на материале исследования школьников младшего возраста: автореф. дис. канд. псих. наук. Санкт-Петербург, 2005. 20 с.

4. Психологический словарь. Под общей ред. Ю.Л. Неймера. Ростов-на-Дону: Феникс, 2003. 640 с.

5. Хомяков Д.С. Формирование креативности подростков и старших школьников средствами арт-терапии: автореф. дис. канд. псих. наук. Москва: 2006, 18 с.

6. Дружинин В.Н. Психология общих способностей / В.Н.Дружинин. СПб.: Питер, 2007. 368 с.

7. Туник Е.Е. Модифицированные креативные тесты Вильямса / Е.Е.Туник. СПб.: Речь, 2003. 96 с.

8. Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии / Е.В. Сидоренко. СПб.: Речь, 2002. 350 с.

УДК 159.92.8

К ВОПРОСУ ОБ ЭВОЛЮЦИИ НАУЧНЫХ ВЗГЛЯДОВ НА ПРИРОДУ КРЕАТИВНОСТИ*

Татьяна Сергеевна Скрипка
ассистент кафедры психологии
ГОУ ВПО «СмолГУ»
Адрес: 214000, г. Смоленск, ул. Пржевальского, д. 4
Тел.: +7(4812)38-70-77
E-mail: skripka.tat@yandex.ru

Предлагается систематизация психолого-педагогических теорий, концептов и концепций по проблеме креативности. Рассматривается эволюция научных взглядов на природу креативности, в которой можно выделить шесть основных этапов. Критериями эволюционного развития являются изменения в определении природы творческого потенциала, различия в выборе обоснования творческой деятельности как рационального либо иррационального начала, рассмотрения креативности как относительно самостоятельного свойства личности либо как компонента целостной интегративной системы, уровень научного обобщения содержания понятия (индивидный, личностный и надличностный уровни изучения креативности).

We offer systematization of psychological and pedagogical theories and conceptions on issue of creativity. This article considers analysis of the evolution of scientific looks to nature of creativity, she contains six basic stages. The criteria of evolutional development it is been determination of nature of creative potential, rationality or irrationality of the creative beginning, integrating of creativity in the structure of personality. Were studied individual, personality and transpersonal levels of analysis of creativity.

Ключевые слова: показатель креативности, природа креативности; рациональное, иррациональное начало творчества; педагогика; психология.

Keywords: index of the creative, the nature of creativity; rationality or irrationality of the creative beginning; pedagogic; psychology.

В настоящее время креативность признается значимым человеческим ресурсом, востребованным в различных сферах деятельности, что определяет направление исследований по педагогической психологии, акцентированных на выявлении факторов, детерминант, закономерностей развития креативности в условиях образовательного процесса (Я.А. Пономарев, В.Н. Дружинин, Д.Б. Богоявленская, В.В. Шадриков, Н.В. Хазратова, Дж.П. Гилфорд, Э.П. Торренс и др.).

Проблемное поле исследования характеризуется рядом научных и практических противоречий (например, противоречием между распространенностью понятия «креативность» и концептуальными различиями в операционализации данного понятия и др.). Слабая разработанность представлений о фундаментальных характеристиках креативности препятствует удовлетворению потребности системы образования в диагностике, развитии и психологическом сопровождении креативности учащихся. Поэтому выявление, определение основополагающих, базовых характеристик изучаемого феномена является приоритетной задачей исследований, направленных на создание единой модели креативности.

Фундаментальные основания творчества и их отражение в общечеловеческой культуре привлекают внимание мыслителей и исследователей различных отраслей науки. Исследования психологов (К.Г. Юнг, С. Гроф), философов (К. Ясперс, Г. Гегель), структуралистов (К. Леви-Стросс, М. Фуко, Ж. Лакан, Р. Барт, Деррид, У. Эко, Л. Гольдман) и культурологов (Фр. Фрейзер, М. Элиаде, О. Фрейденберг и др.) позволяют сделать заключение о глубинном единстве культуры различных народов. Это единство, базовая целостность культуры является отражени-

* Исследования проводятся при поддержке РФФИ (грант № 12-06-00243-а).

ем фундаментальных общечеловеческих характеристик творчества. Представителями культурно-исторического направления (Л.С. Выготсткий, А.Р. Лурия, М. Коул и др.) подчеркивается необходимость включения личности творческого ребенка в контекст общечеловеческой культуры, выступающей источником и условием развития творческой одаренности. Необходимость определения сущностных характеристик творческой одаренности подчеркивали в своих работах Дж. Резнулли, В.Н. Дружинин, Д.Б. Богоявленская, П.Я. Пономарев и др. Поиск фундаментального основания, позволяющего объединить существующие научные данные о креативности, так или иначе отражается в большинстве психологических и педагогических исследований, посвященных проблемам творческой одаренности (Е.И. Банзелюк, Б.С.-А. Касумова, Н.Б. Гущина, Н.А. Маневич, О.Н. Овсянникова, Г.В. Терехова, С.Ю. Канина, Т.С. Голозубец, С.К. Турчак).

Однако, принимая во внимание специфику самого феномена креативности, – широту исследуемой проблематики, многоаспектность объекта изучения, – представляется маловероятным выявление общего фундаментального основания изучаемого феномена без предварительной систематизации научных подходов, концепций и авторских концептов креативности.

Попыткой систематизации подходов к изучению креативности может стать эволюционная модель представлений о природе креативности. Эволюционная модель позволяет систематизировать разрозненные представления о креативности и дает возможность проследить происходящие с течением времени изменения во взглядах на единую фундаментальную основу творческой одаренности, а также обозначить перспективные направления дальнейшего изучения тематики креативности.

Сравнительный анализ исследовательских позиций проблемы креативности

Креативность (от лат. creatio – созидание, сотворение) – творческая, созидательная, новаторская деятельность. Под креативностью также понимается «…способность порождать необычные идеи, отклоняться от традиционных схем мышления, быстро решать проблемные ситуации» [4]. В современных психолого-педагогических исследованиях отмечается отсутствие единства в трактовке базового понятия креативности.

Ряд авторов рассматривает креативность как одну из разновидностей специальных способностей (В.Н. Копорулина, Н.А. Маневич, Е.А. Первушкина и др.). В указанных работах предметом исследования становится социальная креативность (Н.А. Маневич, 2006), геометрическая креативность (Е.А. Первушкина, 2006), лингвистическая креативность (Г.А. Халюшова, 2005). Исследованию креативности учащихся а также ее взаимосвязи с рядом специальных способностей (например, лингвистических) был посвящен ряд работ представителей гештальт-психологии, нейролингвистического программирования (А. Гриндер, Л. Камерон-Бэндлер, Р. Дитцл, А. Воронин).

Д.Б. Богоявленская, В.Д. Шадриков и ряд других исследователей одаренности характеризуют креативность (дивергентность) «как особую *мыслительную операцию*, на которой базируется творческая одаренность личности» [1]. В определении творческой одаренности этими учеными подчеркивается ее деятельностный характер. По мнению авторов «творческая одаренность» – это характеристика не просто высшего уровня выполнения любой деятельности, но ее преобразования и развития. Творческая одаренность не выделяется как самостоятельный вид одаренности, характеризуя любой вид труда.

В работах ряда исследователей наблюдается переход от общего контекста рассмотрения креативности как культурного феномена к сфере духовного осмысления творчества. Экзистенциальная, духовная природа креативного акта раскрывается в трудах Н. Аббаньяно, Н.А. Бердяева, В.С. Библера, В.Н. Дружинина, П.А. Флоренского, В. Лосского. В ряде диссертационных исследований по педагогической психологии (В.Ф. Луговая, Э. Ландау, И.М. Кыштымова и др.) также уделяется внимание творческой одаренности как ценностно-смысловому ориентиру личности. Особенности личности креативных детей и подростков рассматриваются в работах таких исследователей как В.Н. Дружинин, Д.Б. Богоявленская, Е.И. Щебланова, Е.Л. Барышникова, В.Ф. Луговая и др. Одной из экстравагантных точек зрения на природу креативности является позиция Вайсберга, который утверждает, что такого понятия как «креативность» не существует, а «…дивергентное мышление, гениальность, уникальный дар артиста, художника – не более чем мифы, созданные наукой о творчестве…» [5]. Однако данная точка зрения представляет собой скорее исключение в ряду многочисленных отечественных и зарубежных работ, посвященных проблеме креативности.

В целом, приведенные выше позиции указывают на многообразие представлений о природе креативности, отсутствие общепсихологической теории. Широта и слабая структурирован-

ность поля эмпирических и теоретических данных обусловливает необходимость систематизации исследовательских позиций в изучении креативности.

Анализ эволюции научных представлений о природе креативности

Одним из путей теоретического анализа исследований креативности является ретроспективное рассмотрение научных подходов к изучаемому феномену. Ретроспективное рассмотрение позволяет проследить закономерности в последовательном изменении научных представлений о *природе* креативности, в операционализации теории креативности, детерминирующей выбор методического подхода и диагностических показателей.

Во-первых, это изменение в определении природы творческой потенции, в котором можно обнаружить две устойчивые тенденции:

а) приписывание творческости божественного начала, способного проявляться в человеческой природе, а потому невозможности ее изучения (Н. Бердяев). Именно божественных характер творческого начала является необходимым условием преодоления личностным смыслом, который транслируется через творчество, границ индивидуальной или локальной узкогрупповой значимости и выхода продукта творчества на уровень объектов культуры.

б) второй устойчивой тенденцией является указание на творческость как на имманентное свойство человека, которое лишь задано как потенция к творческому самовыражению и которое развивается при наличии благоприятных условий среды (Ф. Гальтон, Э. Клапаред и др.) либо может быть развито только самим человеком.

Эти две тенденции, дихотомичные изначально, задают критерий дифференциации научных взглядов на проблему креативности, основанный на природе творческой потенции.

Во-вторых, это изменение в выборе научного *обоснования творческой деятельности. Творческая деятельность рассматривается как проявление рационального либо иррационального* (интуиция) *начала*. Существенное значение имеет также аспект рассмотрения креативности интегрировано либо дифференцировано относительно целостной структуры личности.

В-третьих, это изменение в *уровне научного обобщения* содержания понятия. В соответствии с этим, креативность рассматривается исследователями в сфере психологии и педагогики как индивидная характеристика (А. Бине, Д. Векслер и др.), личностное образование (Е.И. Щебланова, В.Ф. Луговая и др.) либо как надличностное образование (А.И. Колков, И.М. Кыштымова), при этом *выход за пределы личностных категорий может быть обусловлен мировоззренческой позицией божественной или культурообусловленной природы креативности*. Именно третья закономерность дает основание для определения фундаментальных характеристик креативности и позволяет обозначить возможные перспективы в создании единой базовой теории креативности.

Определенный в ходе ретроспективного рассмотрения ряд *закономерностей* в изменениях сути научных представлений о феномене креативности (изменение в определении природы творческой потенции, в выборе обоснования творческой деятельности, изменения в уровне научного обобщения) позволяет объединить научные представления в последовательные этапы развития научной мысли. То есть обусловливает создание *эволюционной модели научных взглядов на природу креативности* (см. *рисунок 1*).

Предшественником возникновения собственно психологических взглядов на природу креативности является философское осмысление творческой одаренности человека. Это *1-й этап* развития представлений о природе креативности, объединяющий научно-философские взгляды *до середины XIX в*. Для значительной части философских трудов Средневековья характерен интерес к творческому потенциалу человека с позиций теологической картины мира. Верховным субъектом творчества предстает Бог; абсолютное бытие и абсолютная истина воплощаются в Богочеловеке (Ориген, Тертуллиан, Блаженный Августин и др.). Иррациональность природы творчества, приписываемый творческости божественный характер определяют надличностный уровень теоретического анализа и детерминируют принципиальную непознаваемость вопросов творчества, вдохновения и гениальности.

Символы и знаки, которые в ходе дальнейшей эволюции научных взглядов будут рассматриваться как средства самовыражения, в концепциях первого периода анализируются как средства выражения смысла, в наивысшей форме реализации творческого потенциала *выходящего за пределы личности*, т.е. явленной божественной сущности человека-творца.

В оппозицию существовавшим на первом этапе представлениям о непознаваемой, божественной природе творчества, в середине XIX века появляются доказательства *рациональности и биологической обусловленности* одаренности личности, основанные на естественнонаучных исследованиях. Так начинается *2-й этап*, охватывающий *середину XIX – начало XX века* (см. *ри-*

П.А. Флоренский, К.С. Станиславский, Н.А. Бердяев, А. Лосский, Л.Н. Гумилев
Креативность - надличностное образование.
Открытый вопрос об измерении креативности.

И.М. Кыштымова
Креативность - свойство личности.
Измеряется через особенности реализации личностного смысла средствами культуры (сигнификационные умения и уровень развития личностного смысла).

И.В. Зеленкова, Э. Ландау, В.Ф. Луговая, И.А. Семенова
Креативность - интегративное образование в структуре личности.
Измеряется показателями дивергентного мышления, характеристиками мотивационной, поведенческой и др. сфер.
начало XXI в.

Дж. Резнулли
Креативность - самостоятельный компонент творческой одаренности.
Ф. Вильяма
Креативность - общая творческая одаренность личности. Измеряется свойствами дивергентного мышления и творческими характеристиками личности.

Дж. Гилфорд, Э.П. Торренс, К. Тейлор, Э. Вартег
Креативность - общая творческая способность личности.
Измеряется факторами дивергентного мышления.
середина XX - начало

Р. Уайсберг, Г.Айзенк
Креативность есть компонент общей умственной одаренности.
Креативность измеряется интеллектом или показателями дивергентного мышления.

А. Бине, Л. Термен, К. Кокс, Д. Векслер
Творческая одаренность тождественна интеллекту.
Измеряется через уровень достижений и показатели интеллектуальной одаренности.
конец XIX - середина XX вв.

Ф. Гальтон, Э. Клапаред
Творческие способности - наследственная черта, которая проявляется в ряде поколений.
Измеряется через уровень достижеий, показатели успешности развития.
60-е гг. XIXв. - середина XX в.

П. Мирандоле
Творческая способность, наряду со свободной волей, есть основа проявления в человеке божественной природы.
Вторая половина XV в.

Рис. 1. Эволюция научных взглядов на природу креативности

Известия
ИНСТИТУТА ИНЖЕНЕРНОЙ ФИЗИКИ

сунок 1). Авторы психогенетических и биогенетических исследований (Ф. Гальтон, 1883, Э. Геккель, 1866, Э. Клапаред, 1911, К. Бюлер, С. Холл, 1900) придерживаются *рационального полюса анализа* одаренности. В их работах задается *индивидный уровень* исследования творческости как биологически обусловленной наследуемой характеристики личности. Она рассматривается как генетически заданное латентное свойство человека, которое развивается при наличии благоприятных условий среды.

Первый и второй этапы могут быть объединены в пласт допсихологических представлений о природе творческой одаренности, основные положения которого являются базой формирования более поздних концепций креативности.

Появление собственно психологических представлений о природе творческой одаренности знаменует начало *3-го этапа*, который продолжается с *конца XIX до середины XX века* (см. *рисунок 1*). На данном этапе креативность не вычленяется в качестве самостоятельного вида одаренности, а рассматривается как компонент общей умственной одаренности (Л. Термен, 1926, 1937, К. Кокс, 1926, Д. Векслер, 1939 и др.). По мнению представителей данного направления, высокий уровень развития творческих способностей обусловлен высоким уровнем развития интеллекта, что определяет измерение показателей творческой одаренности через результаты тестов интеллекта. Л. Термен, К. Кокс, Д. Фельдман и др. выделяют в качестве диагностического показателя также уровень социальных достижений. На данном этапе постулируется *рациональность природы творчества, индивидный уровень теоретического анализа*, которые реализуются посредством анализа факторов интеллекта.

Выступая с доказательной критикой изучения творческой одаренности через призму интеллектуального развития, Дж. Гилфорд (1960) обосновывает необходимость выделения креативности как отдельного вида одаренности. С его работ начинается *4-й этап* эволюции научных взглядов на природу творческой одаренности (Дж. Гилфорд, Э.П. Торренс, Э. Вартег и др.), который охватывает период с *середины XX – до начала XXI века*. На данном этапе наблюдаются изменения в определении природы креативности, которая постулируется в качестве внутренне присущего общечеловеческого свойства. Оно задано как потенция к творческому самовыражению и развивается при наличии благоприятных условий среды и мотивационной вовлеченности самого человека (Э.П. Торренс). Отмечаются существенные изменения в операционализации понятия. Креативность определяется через категорию «общая творческая одаренность» и измеряется посредством оценки факторов дивергентного мышления. Символы и знаки в измерении креативности рассматриваются как предмет формализованного анализа, что выступает оппозицией по отношению к взглядам первого эволюционного этапа, на котором знаково-символическая деятельность раскрывалась как способ воплощения богочеловечной сущности человека-творца.

Авторы психолого-педагогических исследований креативности, выполненных в последнее десятилетие, постулируют ряд положений, принципиально отличающихся от предыдущих взглядов на природу данного феномена (изучение креативности в контексте целостного анализа личности, холистический подход к природе творческой одаренности и др.) Возражая против узкого понимания креативности как фактического синонима дивергентного мышления, ряд исследователей (И.В. Зеленкова, В.Ф. Луговая и др.) предлагают новый взгляд на природу креативности, который характеризуется изменениями в операционализации теории творческой одаренности. Авторы психологических и психолого-педагогических исследований данного этапа рассматривают креативность как интегративное образование в структуре личности, включающее мотивационные, эмоциональные, интеллектуальные и др. компоненты. На данном этапе представлены как индивидный, так и личностный уровни анализа, которые реализуются в диагностике креативности посредством показателей дивергентного мышления, а также характеристик мотивационной, поведенческой и др. сфер личности.

Совокупность этих изменений в операционализации теории творческой одаренности позволяет дифференцировать работы *начала XXI века* как новый, *5-й этап* развития научных представлений о природе креативности. Научные работы последнего десятилетия, выполненные в русле педагогической психологии, строятся на основании уровня научного обобщения содержания понятия креативность, в соответствие с которым креативность рассматривается как личностное образование (В.Ф. Луговая, И.В. Зеленковва, Э. Ландау и др.). Творческость признается имманентным свойством человека, изначально заданным как потенция к творческому самовыражению. Эта потенция может быть развита при наличии благоприятных условий среды и под влиянием активной целенаправленной работы носителя творческого потенциала (Д.Б. Богоявленская, В.Д. Шадриков, Ю.Д. Бабаева, Е. Банзелюк и др.). Наиболее существенной чер-

той научных исследований последнего десятилетия является аспект рассмотрения креативности интегрировано относительно целостной структуры личности. В соответствие с этим, 5-й этап развития научных представлений о природе креативности может быть определен как личностный.

Эвристичный характер исследований 5-го этапа обеспечивает появление новых научных данных о средствах, условиях и факторах развития креативности (Б.С.-А. Касумова, Л.М. Курбатова, А.А. Травина, И.А. Семенова, И.М. Кыштымова, Н.П. Петрова и др.), об особенностях ее проявлений и динамике свойств дивергентного мышления (Д.Б. Богоявленская, Е.Е. Туник, Е.И. Банзелюк и др.). В большинстве современных исследований креативность выступает целью психолого-педагогического воздействия, которое осуществляется при помощи ряда моделируемых взрослыми средств и управляемых условий процесса обучения (Б.С.-А. Касумова, Н.Б. Гущина, А.В. Назаретова и др.). Экспериментальное психолого-педагогическое воздействие в указанных работах можно дифференцировать на основании используемых для формирования креативности *средств*, используемых в формирующем эксперименте (дивергентных математических задач (Б.С.-А. Касумова), творческих заданий (Г.В. Терехова), активных методов обучения (Л.М. Курбатова, 2004) и т.д.; психолого-педагогических *условий* (А.А. Травина, 2009); *факторов*, влияющих на развитие креативности (семиотическая среда образовательного пространства, соответствующая камертонной культуре (И.М. Кыштымова), чувствительность педагога к креативности младших школьников (И.А. Семенова, 2005), развивающие программы Д.Б. Эльконина – В.В. Давыдова (Н.П. Петрова, 2001)).

Соглашаясь с постулатами о необходимости комплексного, целостного, холистического подхода к природе творческой одаренности, следует отметить существенные недостатки 5-го этапа. В плане операционализации теории это недостатки метода познания креативности и методик, его реализующих: диффузность предмета изучения, длительность и сложность процедуры исследования и обработки данных и др. Недостатки метода изучения обусловлены отсутствием единых фундаментальных оснований, позволяющих приблизиться к пониманию природы креативности.

Обнаруженных современными исследователями закономерностей проявления творческого потенциала в контексте личностных черт автора оказывается недостаточно для выделения фундаментальных характеристик креативности. Решение указанной задачи представляется маловероятным на личностном уровне научного анализа изучаемого феномена, который представлен в большинстве современных исследований креативности.

Способом преодоления диффузности научных концепций креативности, полимодальности предмета изучения и отсутствия единого взгляда на фундаментальные характеристики креативности может стать выход на *надличностный уровень* (формирование мета-позиции) анализа изучаемого феномена, определяемый как *6-й этап эволюции взглядов на природу креативности*. При этом творчество рассматривается как воплощение деятельности надсознания (М.Г. Ярошевский), сверхсознания (К.С. Станиславский, В.П. Симонов, П.М. Ершов). Отметим, что философские и психологические работы, отражающие 6-й этап эволюции взглядов на природу креативности, различаются по времени возникновения и мере разработанности.

В работах философов и мыслителей мета-позиция изучения креативности находит отражение *с конца XIX века*. В трудах В.С. Соловьева, Н.А. Бердяева, П.А. Флоренского, К.С. Станиславского, Н.О. Лосского, Л.Н. Гумилева и др. авторов ярко прослеживается закономерность, позволяющая объединить их работы в один эволюционный пласт, значимо расходящийся с другими этапами развития представлений о природе креативности по критерию рациональности-иррациональности творческого начала. Подчеркивается иррациональный характер творческого акта, обусловливающий принципиальную непознаваемость природы творчества и творческой одаренности. Способность человека к творчеству раскрывается как его неотъемлемая черта, его призвание и предназначение. Творчество при этом выступает как продолжение дела божественного творения, сотворчество с Богом (Н.А. Бердяев, 1993). При этом открытым остается вопрос о возможности измерения творческой одаренности.

В работах психологов, напротив, проблема измерения уровня развития творческой одаренности поднималась многократно. Однако решение данной проблемы на индивидном либо надличностном уровне не позволяло обосновать выбор единых фундаментальных характеристик креативности. Поэтому в *начале XXI века* авторы собственно психологических и психолого-педагогических исследований отмечают необходимость изучения креативности на мета-уровне (И.М. Кыштымова, А.И. Колков и др.). Так, в работах И.М. Кыштымовой (2008, 2009) кре-

Известия
ИНСТИТУТА ИНЖЕНЕРНОЙ ФИЗИКИ

ативность рассматривается как свойство личности, что характерно для 5-го, «личностного», этапа эволюции научных представлений о природе креативности. Однако диагностика креативности осуществляется с позиции нового, 4-го этапа, т.е. посредством анализа системы метакультурных смыслов, реализуемых через средства культуры. Так как научная позиция И.М. Кыштымовой фактически соединяет в себе черты личностного и надличностного этапов эволюции взглядов на природу креативности, то закономерным будет отнесение ее к числу «переходных» звеньев в цепочке эволюционных этапов развития научных представлений о природе креативности.

«Переходные звенья» соединяют между собой основные этапы эволюции представлений о сущностных характеристиках креативности. Общей чертой концепций переходного периода является то, что они, как правило, объединяют в себе трактовку природы креативности предыдущего основного направления, с новым способом операционализации, определяющим изменения в *пути изучения* и диагностических *показателях* креативности. В переходных, промежуточных концепциях (Ф. Вильямс, Дж. Резнули, И.М. Кыштымова и др.) зарождаются новые взгляды на сущностные характеристики креативности. Эти взгляды позднее становятся основой для формирования нового эволюционного этапа представлений о природе креативности (нечто подобное происходит со сменяющими друг друга старшей и младшей ветвью литературных течений, когда, по прошествии определенного времени, младшая ветвь эволюционирует в главенствующую).

Подобную основу для формирования нового эволюционного этапа психологических взглядов на природу креативности мы находим в работах по психосемиотике креативности (И.М. Кыштымова). В трудах Б.Ф. Ломова, Н.И. Жинкина, У. Эко содержатся указания на научную перспективность психосемиотической методологии для развития исследований по проблематике креативности. Психосемиотическая модель позволяет осуществить целостный междисциплинарный подход к исследованию креативности, определению универсальных механизмов ее развития. Выбранная модель дает возможность учитывать в психолого-педагогическом исследовании экзистенциальную природу креативности, отражая/предвосхищая элементы надличностного этапа развития научных представлений о природе креативности. В рамках психосемиотического направления креативность определяется как «…свойство личности, которое отражается в способности выражать личностный смысл средствами культуры» [2]. И.М. Кыштымовой подчеркивается необходимость диагностики и развития креативности на основе изучения сигнификационных умений и личностных смыслов в индивидуальном творчестве школьников.

Авторская постановка вопроса изучения креативности базируется на представлениях культурно-исторической психологии и является производной моделью психосемиотики креативности. Мы разделяем широкое понимание креативности как целостного свойства личности, которое отражается в способности человека воплощать свой авторский замысел при помощи знаковых средств культуры (И.М. Кыштымова, А.И. Колков). Креативность как общая творческая одаренность может быть изучена не только через набор индивидных параметров, но также посредством изучения специфики отражения в индивидуальном творчестве надличностных структур психики автора. В качестве диагностических показателей креативности выступают сигнификационные умения авторов и особенности развития их личностных смыслов. При этом, в отличие от приведенных выше исследований, основным акцентом нашей работы становится изучение уровня гармонии-энтропии формы текстов культуры, созданных учащимися в процессе творчества (соответствие диагностических данных показателям энтропийно-гармонической нормы творчества (ЭГНТ, А.И. Колков)).

Культурная среда является источником формирования личности (Л.С. Выготский, А.Р. Лурия и др.) и детерминирует изменения и развитие ее эмоциональной, поведенческой и ментальной сфер. Управляющая роль культуры в отношении жизни и самореализации личности (Триадис, Коул, Адамопулос и др.) осуществляется посредством совокупности норм и правил, предписывающих, разрешающих или ограничивающих то или иное проявление субъекта в творческой деятельности. Профессор В.И. Коробко, профессор А.П. Стахов, доктор философских наук Э.М. Сороко и др. отмечают особую значимость соотношения гармонии и энтропии в форме культурных объектов, постулируя прямую зависимость между указанным соотношением и уровнем творческой одаренности автора. Нами была разработана и апробирована методика (С.П. Иванов, Т.С. Скрипка), направленная на изучение меры реализации в творчестве испытуемых ЭГНТ, как отражения творческой одаренности автора. Разделяя взгляды представителей культурно-исторической психологии и психосемиотики креативности, мы подчеркиваем необходимость осуществления диагностики

креативности не только на индивидном, но и на мета-уровне анализа, позволяющем проследить в индивидуальном творчестве авторов подросткового и юношеского возраста отражение наличностного смысла гармонии-энтропии. Эмпирическое подтверждение взаимосвязи показателей гармонии-энтропии формы текста культуры и уровня развития креативности автора позволяет осуществить попытку перехода к мета-уровню, т.е. надличностному уровню анализа креативности.

В эволюционной модели научных взглядов на природу креативности авторская модель занимает промежуточную позицию между 5-м и 6-м этапами научных представлений о природе креативности. Креативность рассматривается нами как комплексное свойство личности (5-й этап). При этом креативность операционализируется через специфику отражения в индивидуальном творчестве надличностных структур психики автора.

В результате теоретического анализа работ по проблеме креативности, можно сделать выводы, отражающие задачи исследования:

1. Теоретический анализ проблемы креативности в психолого-педагогических исследованиях показал отсутствие единства в концептуальном подходе, многообразие авторских определений, существенные расхождения в операционализации теорий творческой одаренности.

2. В эволюции научных взглядов на природу креативности можно выделить шесть этапов, дифференцируемых на основании изменений в определении природы творческой потенции, различия в выборе обоснования творческой деятельности как рационального либо иррационального начала, рассмотрения креативности как относительно самостоятельного свойства личности либо как компонента интегративной системы. Дополнительным основанием выступает уровень научного обобщения содержания понятия.

3. Авторская модель занимает промежуточную позицию между 5-м и 6-м этапами эволюции научных представлений о природе креативности. Креативность определяется как комплексное свойство личности, отражающееся в способности воплощать авторский замысел средствами культуры. Диагностика и развитие креативности возможна на основе изучения сигнификационных умений и личностных смыслов в индивидуальном творчестве школьников, что позволяет приблизиться к мета-уровню изучения феномена креативности.

Литература

1. Богоявленская Д.Б., Шадриков В.Д., Бабаева Ю.Д. и др. Рабочая концепция одаренности. 2-е изд. М.: 2003. 90 с.

2. Кыштымова И. М. Психосемиотика креативности: монография. Иркутск: 2008. 579 с.

3. Луговая В. Ф. Креативность как компонент адаптационного потенциала личности: На материале исследования школьников младшего возраста : автореф. дис. ... канд. психолог. наук. Санкт-Петербург: 2005. 20 с.

4. Психологический словарь. Под общей ред. Ю.Л.Неймера. Ростов-на-Дону: Феникс, 2003. 640 с.

5. Хомяков, Д.С. Формирование креативности подростков и старших школьников средствами арт-терапии: автореф. дис. ... канд. психолог. наук. Москва: 2006. 18 с.

УДК 004.3

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ РЕАЛЬНОГО УРОВНЯ ЗАЩИЩЕННОСТИ АСУ В УСЛОВИЯХ КОМПЬЮТЕРНЫХ АТАК

Владислав Аликович Мукминов
кандидат технических наук
начальник отдела
4 ЦНИИ Минобороны России

Юрий Витальевич Войнов
начальник отдела
войсковая часть 31659

Рассмотрена методика оценки реального уровня защищенности АСУ в условиях моделирования компьютерных атак. Приведен перечень инструментальных средств, используемых для проведения оценки, включая средства моделирования компьютерных атак. Предложено комплексное использование новых форм испытаний и тестирования программных средств АСУ на основе натурного и имитационного моделирования. Применение новой методики оценки реального уровня защищенности позволит повысить эффективность работы служб информационной безопасности при эксплуатации автоматизированных систем управления.

The considered methods of the estimation real level protection CAD in condition of modeling of the computer attacks. The broughted list of the tools, used for undertaking the estimation, including simular of the computer attacks. It is offered complex use the new forms of the test and testing of software programs CAD on base nature and simulation modeling. Using the new methods of the estimation real level protection will allow to raise efficiency of the functioning (working) the services to information safety at usages automated managerial system.

Ключевые слова: автоматизированные системы управления, защищенность, уязвимости, оценка уровня защищенности, средства защиты информации, средства обнаружения компьютерных атак.

Keywords: the automated control systems, security, vulnerability, an estimation of a level of security, means of protection of the information, means of detection of computer attacks.

1. Актуальность

В настоящее время множество коммерческих и государственных организаций, заменив практически всю техническую и программную инфраструктуру своих предприятий, вынуждены проводить периодический контроль (технический аудит) созданных и эксплуатируемых автоматизированных систем управления (АСУ). С этой целью привлекаются специалисты (эксперты) по информационной безопасности. Работа экспертов заключается в определении уязвимостей программно-технических средств АСУ и разработке рекомендаций по защите информации. Очень часто после получения экспертного заключения по защите информации на объекте информатизации проводятся организационно-технические мероприятия, а именно:

- устанавливаются обновления для операционных систем;
- блокируются незадействованные порты и устройства ввода/вывода (USB, FLOPPY, DVD и т.д.);
- в сегменты вычислительной сети устанавливаются межсетевые экраны;
- ужесточается регламент служебного времени (контрольно-пропускной режим) и т.п.

Руководители организаций делают такие выводы, потому что в настоящее время недостаточно проработаны и мало исследованы вопросы оценки уязвимостей и создания мер по их блокированию. Несмотря на то, что постоянно совершенствуются методы и средства защиты информации, по-прежнему разработка методики оценки реального уровня защищенности и создание инструментальных средств, при помощи которых проводятся подобные проверки, являются актуальными и востребованными.

2. Анализ мирового опыта

Мировым лидером в создании и использовании классификации уязвимостей является

США. Одной из самых известных систем классификации является CVE, которая сопровождается компанией NCSD. Известны и другие системы классификации, такие как BID, Secunia, ISS, OSVDB, SecurityTracker, Nessus и др., совместимые с CVE. Кроме того, создана и эксплуатируется общая система оценки уязвимостей CVSS, которая состоит из 3 метрик: базовой, временной и контекстной. Каждая метрика представляет собой число (оценку) в интервале от 0 до 10 и вектор – краткое текстовое описание со значениями, которые используются для вывода оценки. Базовая метрика отображает основные характеристики уязвимости. Временная метрика соответствует таким характеристикам уязвимости, которые изменяются со временем, а контекстная метрика – характеристикам, которые уникальны для среды пользователя. Система CVSS является одним из способов оценки уязвимостей для руководителей и разработчиков программного обеспечения, но не может быть применима из-за ряда проблемных вопросов, к которым относятся следующие:

1. Возможно ли доверять результатам оценки CVSS? **2.** За счет чего обеспечивается точность оценки CVSS? **3.** Каким образом использовать систему оценки CVSS для АСУ, имеющих сложную распределенную структуру?

3. Анализ существующих методик оценки реального уровня защищенности

Анализ нормативно-технических документов в области оценки уровня защищенности показал, что в настоящее время отсутствуют методики оценки с практической направленностью выполняемых операций. Существуют, как правило, методики оценки, в основе которых заложен вероятностный подход, либо подход в проверке соответствия требований по защищенности, заданных на этапе технического задания (уточненных на этапе технического проекта). Ни одна из методик оценки не учитывает реального состояния защищенности, а дает лишь приближенную оценку, основанную на данных, полученных экспертным путем.

Программные комплексы (ПК), созданные для автоматизации процесса оценки защищенности не могут провести расчет реального уровня защищенности и выдать результаты адекватной оценки. Такие ПК, как «Авангард» [1] и аналогичные направлены на оценку рисков нарушения информационной безопасности и при проведении экспертной оценки не учитывают технической структуры объекта информатизации и особенностей АСУ.

К причинам сложившегося положения в технологиях и методиках оценки защищенности информации относятся:

- отсутствие системного подхода в методологии анализа и синтеза средств защиты информации (СЗИ);
- сложность объективного подтверждения эффективности СЗИ;
- неполнота нормативно-методического обеспечения информационной безопасности, прежде всего в области систем показателей и критериев.

4. Инструментальные средства, используемые для проведения оценки

Оценку защищенности АСУ предлагается проводить по двум основным направлениям:

- проведение оценки на уровне локального тестирования АСУ;
- проведение оценки на уровне сетевого тестирования АСУ.

Локальное тестирование заключается в проверке состояния защищенности объекта информатизации (защиты от внутреннего нарушителя) [2]. С этой целью используются следующие инструментальные средства:

- сканеры портов Nmap, SuperScan и др. (определяют количество и наименование открытых портов);
- средства анализа защищенности XSpider, Сканер-ВС и др. (определяют перечень уязвимых мест и выдают рекомендации по их блокированию).

Сетевое тестирование заключается в моделировании действий внешнего нарушителя и направлены на проверку состояния защищенности объекта информатизации в «агрессивных» условиях [3]. Для этого используются следующие инструментальные средства:

- снифферы WireShark, Ettercap и др. (проводят пассивное и/или активное прослушивание сетевого трафика);
- средства моделирования компьютерных атак MetaSploit Framework, Nessus и др. (проводят моделирование компьютерных атак на различные операционные системы и программное обеспечение).

5. Методика оценки реального уровня защищенности АСУ в условиях компьютерных атак

Исходными данными методики являются:

- программно-технические средства АСУ (рабочие станции, сервера), объединенные в локальную вычислительную сеть;
- коммуникационное оборудование (марш-

рутизаторы, коммутаторы ЛВС, концентраторы и т.п.);

■ средства защиты информации (межсетевые экраны, антивирусные средства, средства защиты информации от НСД и др.).

К выходным показателям методики относятся следующие:

■ количество выявленных IP-адресов и открытых портов на них;

■ количество уязвимых мест;

■ количество реализованных компьютерных атак через уязвимые места.

Основные проводимые операции (действия):

1. Прослушивание вычислительной сети средств информатизации.

2. Сканирование сети средств информатизации.

3. Проведение сканирования на наличие уязвимостей.

4. Моделирование компьютерных атак.

Описание действий, проводимых в ходе выполнения методики, представлены в *таблице 1*.

Таблица 1

Действия, проводимые в ходе выполнения методики, и используемые программные средства

№	Наименование действия	Краткое описание действий ожидаемых результатов	Используемые программные средства		Входные данные	Выходные данные
			Windows	Linux		
1	Прослушивание вычислительной сети средств информатизации	Анализ информационного трафика в сети, выявление диапазона IP-адресов, определение возможной топологии построения сети, ее схемы адресации, определение протоколов, используемых для передачи информации.	WireShark	Ettercap	Сетевой трафик	IP-адреса и операционные системы (ОС) компьютеров сети
2	Сканирование сети средств информатизации (конкретного диапазона IP-адресов)	Выявление существующих подключений к сети, открытых портов, версий операционных систем на сканируемых компьютерах.	SuperScan	Nmap	Диапазон IP-адресов выявленных компьютеров	Открытые порты, сетевые службы и сервисы, функционирующие на них, версии ОС
3	Проведение сканирования на наличие уязвимостей	Сканирование обнаруженных в составе сети компьютеров на наличие уязвимых мест и получение предварительных рекомендаций по их блокированию.	XSpider	Сканер-ВС	Конкретные IP-адреса выявленных компьютеров	Уязвимые места, которые находятся на открытых портах
4	Моделирование компьютерных атак (на конкретные версии ОС)	Моделирование компьютерных атак через выявленные уязвимые места операционных систем и программного обеспечения (ПО).	MetaSploit Framework	Nessus	IP-адреса компьютеров, версия ОС, ПО	Количество реализованных компьютерных атак

Алгоритм методики:

1. Выполнение методики начинается с подключения к вычислительной сети и проведения пассивного прослушивания сетевого трафика, в результате чего определяются IP-адреса компьютеров, находящихся в сети. Большинство современных снифферов, анализируя сетевые пакеты, сразу определяют ОС активных компьютеров. Наименование операционной системы является основным параметром, который в качестве исходных данных используется при выполнении следующих этапов.

2. Полученные в ходе прослушивания сети IP-адреса компьютеров задаются в виде диапазона, по которому проводится сканирование сети. В результате сканирования формируется уточненный перечень компьютеров, их IP-адресов и количество открытых портов P на них.

3. Следующим действием является проведение анализа уязвимостей. Для этого, при помощи соответствующих программных средств задается уточненный перечень IP-адресов компьютеров для сканирования. В результате сканирования формируется список уязвимостей и уязвимых портов Y, на которых функционируют службы и сервисы операционных систем тестируемых компьютеров.

Таким образом, путем локального тестирования можно определить коэффициент уязвимости компьютеров вычислительной сети. Коэффициент уязвимости L локального тестирования равен отношению количества открытых портов к количеству портов, на которых обнаружена уязвимость и находится по формуле:

$$L = \sum_{i=1}^{n} \frac{Y_i}{P_i}, \qquad (1)$$

где P_i – количество открытых портов на i-м компьютере;

Y_i – количество портов i-х компьютеров, на которых были найдены уязвимости.

4. Этап выполнения методики, содержащий активные действия заключается в моделировании компьютерных атак через уязвимости протоколов передачи данных, операционных систем, программного обеспечения. Программные средства моделирования компьютерных атак включают в свой состав основные (E) и дополнительные (A) сценарии компьютерных атак. Количество возможных компьютерных атак может быть ограниченно на основе выявления операционных систем, установленных на тестируемых компьютерах.

По результатам сетевого тестирования определяется коэффициент уязвимости вычислительной сети, который равен отношению количества реализованных компьютерных атак к общему количеству возможных (предполагаемых) компьютерных атак и находится по формуле:

$$S = \sum_{i=1}^{n} \frac{R_i}{E_O + A_O}, \qquad (2)$$

где R_i – количество реализованных компьютерных атак на i-м компьютере;

E_O – количество основных сценариев моделирования компьютерных атак (Exploits), ограничивается наименованием операционной системы (O);

A_O – количество дополнительных сценариев моделирования компьютерных атак (*Auxiliaries*), ограничивается наименованием операционной системы (O).

Коэффициенты уязвимости, полученные по результатам локального и сетевого тестирования, составляют коэффициент общей уязвимости системы W, который находится по формуле:

$$W = L*S. \qquad (3)$$

Коэффициент защищенности системы Z_1 можно найти по формуле (4), исходя из того, что уровень защиты системы и уровень общей уязвимости системы дополняют друг друга до единицы

$$Z_1 = 1 - W. \qquad (4)$$

5. Заключительным этапом методики является сбор данных о количестве обнаруженных компьютерных атак и расчет коэффициента реального уровня защищенности АСУ. Сбор данных о количестве обнаруженных компьютерных атак может быть реализован двумя основными способами:

- при наличии на объекте информатизации средств обнаружения компьютерных атак (СОА), данные о количестве компьютерных атак находятся на основе анализа журнала регистрации событий СОА;
- в случае если на объекте информатизации установлены штатные СЗИ, то вывод о количестве компьютерных атак делается путем обхода СЗИ и суммирования фактов обнаружения несанкционированных действий на них.

Коэффициент эффективности СЗИ определяется по формуле:

$$Z_2 = \frac{K_{обн}}{R}, \qquad (5)$$

где $K_{обн}$ – количество обнаруженных компьютерных атак всеми СЗИ;

R – общее количество реализованных компьютерных атак.

Оценка реального уровня защищенности АСУ может быть получена на основе расчета обобщенного коэффициента, который находится, как произведение коэффициента защищенности системы и коэффициента эффективности СЗИ и представлен формулой:

$$Z = Z_1 * Z_2. \qquad (6)$$

Общая схема проведения оценки реального уровня защищенности АСУ представлена на *рисунке 1*.

Известия
ИНСТИТУТА ИНЖЕНЕРНОЙ ФИЗИКИ

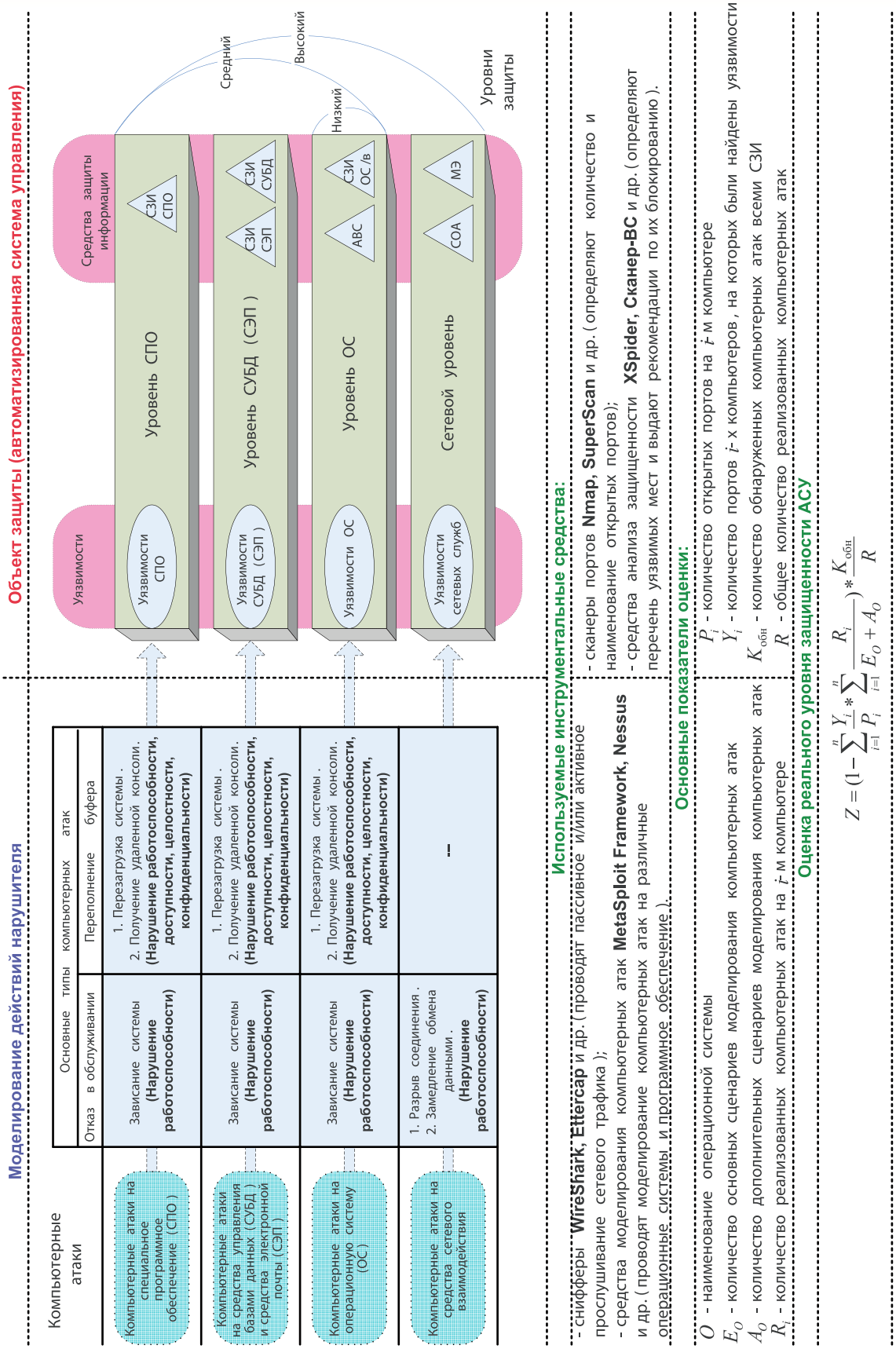


Рис. 1. Общая схема проведения оценки реального уровня защищенности АСУ

Выводы

Разработана методика оценки реального уровня защищенности АСУ в условиях моделирования компьютерных атак. Сложность и территориальная распределенность элементов АСУ, повышение требований к обеспечению их защищенности в условиях компьютерных атак приводит к необходимости поиска новых форм испытаний и тестирования программных средств АСУ, к которым в первую очередь относится натурное и имитационное моделирование компьютерных атак. Приведен перечень инструментальных средств, используемых для проведения оценки, включая средства моделирования компьютерных атак.

Достоверность и обоснованность полученных результатов обеспечиваются:

- полнотой учета исходных данных о сценариях компьютерных атак, уязвимостях АСУ, полученных из практики;
- полнотой учета факторов, влияющих на защищенность АСУ в условиях компьютерных атак;
- созданием реальной обстановки (внезапность проведения испытаний, что дает «чистоту» эксперимента) и наличием штатно функционирующих СЗИ;
- выбором показателей оценки эффективности средств защиты информации, применяемых в разработанных методах и алгоритмах тестирования.

Литература

1. Бурдин О.А., Гордеев Ю.А., Кононов А.А. Оценка рисков нарушения информационной безопасности с помощью комплексной экспертной системы «Аван-Гард». Материалы Международной конференции и Российской научной школы «Системные проблемы качества математического моделирования, информационных, электронных и лазерных технологий». М.: МГИЭМ, 2001. Часть 5.

2. Войнов Ю.В. Мукминов В.А. Об архитектуре средств тестирования автоматизированных систем в условиях моделирования информационных воздействий // Известия Института инженерной физики, 2011. №1. С. 36-39.

3. Войнов Ю.В., Мукминов В.А. Методика проведения технических экспертиз и испытаний автоматизированных систем в условиях моделирования информационных воздействий // Известия Института инженерной физики, 2011. №1. С. 8-12.

УДК 62

БЕСПРОВОДНЫЕ СЕНСОРНЫЕ СЕТИ В МОНИТОРИНГЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Сергей Васильевич Иванушкин
доктор военных наук, доцент
Первый Вице-президент Института по развитию МОУ «ИИФ»
Адрес: 142210, Московская обл., г. Серпухов, Большой Ударный пер., д. 1а
Тел.: +7(4967)35-31-93

Игорь Александрович Бугаков
заслуженный изобретатель РФ
доктор технических наук, профессор
Вице-президент по инновационным проектам МОУ «ИИФ»
Адрес: 142210, Московская обл., г. Серпухов, Большой Ударный пер., д. 1а
Тел.: +7(4967)35-31-93

Алексей Алексеевич Лебедев
аспирант
МОУ «ИИФ»

В статье рассматривается применение беспроводных сенсорных сетей для эффективного мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций. На базе беспроводной технологии ZigBee рассматриваются архитектуры организации беспроводных сенсорных сетей.

The article considers the use of wireless sensor networks for effective monitoring and forecasting of emergency situations. On the basis of wireless ZigBee technology discusses the architecture of the organization of wireless sensor networks.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, мониторинг, эффективное прогнозирование, беспроводные сенсорные сети, координатор, маршрутизатор, простейшие сенсоры.

Keywords: extreme situation, monitoring, effective forecasting, wireless sensor networks, coordinator, router, the simplest sensors.

Для современного мира характерно нарастание угроз в природно-техногенной сфере. Крупные аварии, катастрофы и стихийные бедствия уносят сотни тысяч человеческих жизней, причиняют невосполнимый ущерб окружающей среде. Прямые экономические потери и затраты на ликвидацию последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС) достигают десятков и сотен миллиардов долларов. В России, по данным МЧС, ежегодно происходит 300-350 стихийных бедствий и свыше 600 техногенных аварий, последствия которых становятся все более опасными для населения, окружающей среды и экономики страны. В различного рода авариях и катастрофах ежегодно гибнет более 50 тысяч и получают травмы более 250 тысяч человек. Прямой экономический ущерб оценивается в 4-5% от ВВП и может доходить до 10% [1].

Под чрезвычайной ситуацией природного и техногенного характера понимается обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушения условий жизнедеятельности людей. Наносимый чрезвычайными ситуациями вред выражается через последствия природного и техногенного бедствия, являющегося источником чрезвычайной ситуации [2]. Реальную угрозу возникновения источника чрезвычайной ситуации представляют собой потенциально-опасные объекты[1].

Нарастание риска возникновения техногенных ЧС в России обусловлено тем, что в последние годы в наиболее ответственных отраслях потенциально-опасные объекты имеют выработку проектного ресурса на уровне 50-70%, иногда достигая предаварийного уровня. Снижается уровень профессиональной подготовки персонала предприятий промышленности, производственной и технологической дисциплины; нарастает технологическая отсталость производства, низки темпы внедрения безопасных технологий. Показатели риска возникновения ЧС на потенциально-опасных объектах в России пре-

1 Объекты, на которых используют, производят, перерабатывают, хранят или транспортируют радиоактивные, пожаровзрывоопасные, опасные химические и биологические вещества [2].

вышают показатели приемлемых рисков, достигнутых в мировой практике. Наибольшую опасность в техногенной сфере представляют транспортные аварии, взрывы и пожары, радиационные аварии, аварии с выбросом химически опасных веществ и биологически опасных веществ, гидродинамические аварии, аварии на электроэнергетических системах и др. На территории страны функционирует более 45 тысяч опасных объектов. В их числе 3600 объектов, имеющих значительные запасы аварийно химически опасных веществ, свыше 8 тысяч взрыво- и пожароопасных объектов, 10 АЭС с 30 ядерными энергетическими установками, 113 исследовательских ядерных установок, 12 предприятий ядерного топливного цикла, 16 специальных комбинатов по переработке и захоронению радиоактивных отходов[2]. В стране эксплуатируется более 30 тыс. водохранилищ и несколько сотен накопителей промышленных отходов. Гидротехнические сооружения на 200 водохранилищах и 56 накопителях отходов эксплуатируются без реконструкции более 50 лет и находятся в предаварийном состоянии [1].

Увеличивается ущерб и от ЧС природного характера[3]. Растет понимание того, что природные катастрофы – глобальная проблема, во многом определяющая устойчивое развитие экономики. К основным причинам возрастания природных опасностей относят рост антропогенного воздействия на окружающую природную среду; нерациональное размещение объектов экономики; расселение людей в зонах потенциальной природной опасности; отсутствие или плохое состояние гидротехнических, противооползневых, противоселевых и других защитных инженерных сооружений, а также защитных лесонасаждений; недостаточные объемы и низкие темпы сейсмостойкого строительства, укрепления зданий и сооружений в сейсмоопасных районах; отсутствие или недостаточность кадастров потенциально опасных районов (регулярно затапливаемых, особо сейсмоопасных, селеопасных, лавиноопасных, оползневых, цунамиопасных и др.). На территории России встречается более 30 опасных природных явлений и процессов, среди которых наиболее разрушительными являются наводнения, штормовые ветры, ливни, ураганы, смерчи, землетрясения, лесные пожары, оползни, сели, снежные лавины (по частоте: бури, ураганы, смерчи, шквалы – 28%, землетрясения – 24%, наводнения – 19%, оползни и обвалы – 4%, остальное (наибольшая частота – лесные пожары) – 26 %). Ежегодный экономический ущерб от развития 19 наиболее опасных процессов на городских территориях в России составляет 10-12 млрд рублей [1].

Одной из причин возникновения и больших последствий техногенных и природных ЧС является неразвитость и недостаточная эффективность действующих систем мониторинга и прогнозирования, недостаточное применение современных методов получения измерительной информации и ее обработки. Между тем качество мониторинга и прогноза ЧС определяющим образом влияет на снижения рисков их возникновения и масштабов проявления.

Поскольку многие чрезвычайные ситуации «вызревают» достаточно долго (стадия зарождения отдельных ЧС, когда происходят накопления отклонений от нормального состояния или процесса, может длиться несколько лет), то наличие информации о динамике определяющих возникновение ЧС параметров позволяет спрогнозировать момент ее наступления и своевременно предотвратить или уменьшить возможные негативные последствия. При наступлении же самой ЧС оперативный мониторинг в режиме реального времени является обязательным для принятия правильных решений. Требования высокой оперативности получения информации, ее обработки и принятия решения предъявляет высокие требования к динамическим характеристикам средств системы мониторинга, прежде всего, ее сенсорных элементов, а также средств обработки полученной информации.

Проведение мониторинга сопряжено с дополнительными затратами, наиболее существенными из которых являются затраты на формирование измерительной сети и обслуживание измерительных устройств, позволяющих получать значения физических параметров о процессах, сопровождающих функционирование объекта. При этом во многих случаях формирование таких сетей необходимо проводить в режиме реального времени развития ЧС, что в ряде случаев просто невозможно традиционными методами (путем прокладки соответствующих кабельных линий с датчиками) в силу опасности или даже невозможности нахождения людей в зоне ЧС (аварии с химическими веществами, ядерным топливом, бактериологическое заражение, пожары, завалы, угрозы взрывов, землетрясений, труднодоступные территории и др.).

2 Тяжесть последствий может усугубляться и тем, что на радиационно дестабилизированных территориях проживает 10 млн. человек, а на территориях возможного химического заражения – 60 млн человек.

3 Количество жертв в мире от разрушительных природных явлений в последние годы увеличивается ежегодно на 4,3%, а пострадавших – на 8,6%. Экономические потери растут в среднем на 6% в год [1].

Известия
ИНСТИТУТА ИНЖЕНЕРНОЙ ФИЗИКИ

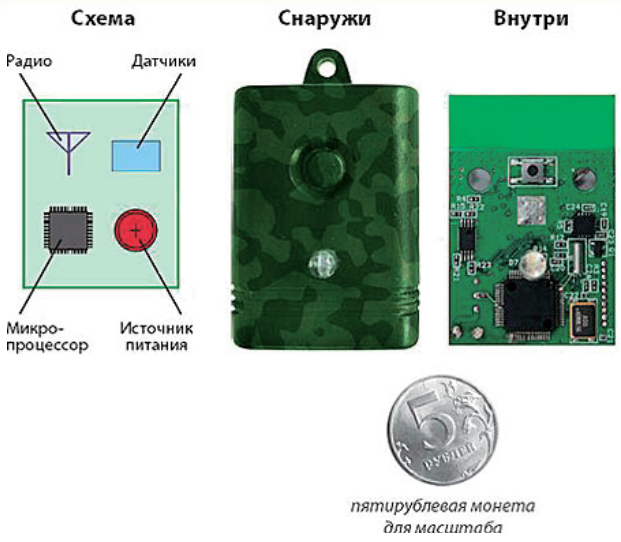


Рис. 1. Состав и ориентировочные размеры сенсора БСС [4]

Выход состоит в использовании получающих все большее распространение беспроводных сенсорных сетей (Wireless Sensor Networks) – БСС, создаваемых в зоне ЧС (на исследуемой территории или на исследуемом объекте) заблаговременно или сразу непосредственно после возникновения ЧС с минимальным участием человека (например, путем разбрасывания сенсоров на территории ЧС с помощью летательных аппаратов).

Каждый сенсор представляет собой совокупность датчика (первичного измерительного преобразователя, преобразующего измеряемый физический параметр в электрический (чаще всего – аналоговый) сигнал), блока первичной обработки полученной измерительной информации (АЦП, ОЗУ, ПЗУ, вычислительное ядро и др.), приемопередатчика, обеспечивающего связь данного сенсора с ближайшими другими сенсорами и передачу через них информации в центральный узел для окончательной обработки с целью оперативного принятия решения по всей совокупности полученной информации от всех сенсоров, и источника питания (*рисунок 1*).

При развитом программном обеспечении и возможностях блока первичной обработки информации, позволяющих сенсору уточнять используемые математические модели, учитывать нелинейности, вводить необходимые поправки в передаточные коэффициенты, проводить самоконтроль и самодиагностику, изменять режимы своей работы в зависимости от внутренних и внешних условий можно вести речь об интеллектуальных сенсорах [3].

По сравнению с проводной датчиковой сетью БСС обладают следующими основными потенциальными преимуществами:

- простотой и быстротой развертывания и технического обслуживания, способностью к оперативному (при смене задачи или условий) изменению топологии за счет имеющегося у нее свойства самоорганизации, проявляющегося в способности элементов сети (сенсоров) самостоятельно связываться друг с другом и формировать наиболее эффективную для текущего применения структуру сети;
- высокой масштабируемостью, связанной с сохранением принципов функционирования и основных возможностей сети при изменении количества используемых сенсоров и их пространственного расположения;
- преимуществами распределенных вычислительных структур;
- возможностью использования в труднодоступных местах (куда невозможно подвести электроэнергию и (или) невозможно развернуть проводную сеть – горная местность, зараженная местность и др.);
- повышенной живучестью и отказоустойчивостью (отказ одного или нескольких устройств не ведет к отказу сети);
- возможностью внедрения в объект на стадии изготовления;
- меньшей стоимостью (за счет отсутствия проводов и затрат на их прокладку, отсутствия необходимости в монтаже, настройке и обслуживании сети).

Однако БСС присущи и недостатки, связанные с:

- большей подверженностью влиянию внешних помех и сложностью обеспечения защиты информации;
- обеспечением заданной надежности радиоканалов в условиях отсутствия прямой видимости;
- ограниченным сроком службы сети, который определяется, в первую очередь, сроком службы источников питания[5], запасом их энергии, а также способностью сенсоров быть работоспособными во всех погодных условиях («всепогодные корпуса»[6]);

4 Рисунок взят с сайта Института точной механики и вычислительной техники им. С.А. Лебедева РАН (научно-исследовательский институт в области информационных технологий, вычислительной техники и микроэлектроники – http://www.ipmce.ru/custom/sensornetworks/technology).

5 Желателен срок службы источника питания – не менее 1,5-2 лет.

6 Стоимость которых может составлять до 90% от стоимости узла [4].

■ большими габаритно-массовыми и стоимостными характеристиками сенсоров. Размеры сенсоров для массового применения пока слишком велики, чтобы их множество можно было рассматривать действительно как «умную пыль» (smartdust)[7] . Стоимость каждого «мота» (сенсора, mote – пылинка) также далека от той, которая наиболее желаема на данном этапе (менее одного доллара), чтобы можно было относиться к их множеству как к расходному материалу;

■ проблематичностью присвоения большому количеству сенсоров сенсорам каких-либо глобальных идентификационных номеров;

■ возможной ограниченностью точностных характеристик в связи с затруднительностью их калибровки;

■ наличием разрывов связанности сети (в силу неоднородности территориального распределения сенсоров, наличия естественных преград, а также в ходе неравномерной выработки ресурса автономных источников питания сенсоров сеть дробится на не связанные друг с другом группы узлов [5]);

■ проблематичностью реализации некоторых потенциальных преимуществ БСС, связанных с эффективной самоорганизацией большой сети (тысячи и десятки тысяч сенсоров), передачей и обработкой большого объема измерительной информации и др.

Тем не менее, перспективность и безальтернативность БСС не вызывает никаких сомнений. Дело в том, что эта идея полностью соответствует тому, как устроена природа (в частности, живые организмы), как происходит обработка информации в нервной системе человека, как устроен мозг[8], тому, как из ненадежных и медленных элементов природа создает супернадежные и сверхбыстрые системы, максимально экономя при этом основные природные ресурсы – энергию, пространство, время.

Дальнейшее развитие БСС связывают с появлением так называемого «Интернета вещей», с возможностью соединения Интернета с физическим миром (превращением «Интернета информационного» в «Интернет физический»), возможностью получения в режиме реального времени информации о реальных физических процессах, протекающих на больших расстояниях от пользователя Интернета, что открывает возможность мониторинга практически любого объекта на Земле с перспективой практического влияния на него[9] , способностью формировать через Интернет глобальные самоорганизующиеся сети, управляющие глобальными процессами.

В условиях чрезвычайных ситуаций БСС позволяют получать в режиме реального времени измерительную информацию о параметрах исследуемого объекта (процесса), на основе анализа которой (с учетом предыдущей информации) в автоматическом или автоматизированном режиме принимается и реализуется то или иное решение. То есть БСС выступает как источник информации для систем поддержки принятия решений. Качество принимаемых решений зависит от качества поступающей информации, ее полноты и достоверности, способности обрабатывающей системы проанализировать всю поступающую информацию.

Большой объем измерительной информации и наличие в ней неопределенностей, вызванных погрешностями измерений, различного рода помехами и шумами, ошибками при первичной обработке и передаче информации, ведет к сложности ее конечной обработки, целесообразности системного применения идей, методов и технологий интеллектуального анализа данных (Data Mining), нечеткой математики (нечеткой логики – Fuzzy Logic, нечетких множеств), нейронных сетей (Neural Network), эволюционных вычислений [6-9].

В настоящее время усилия разработчиков БСС направлены на:

■ повышение энергоэффективности БСС. Это решается посредством улучшения энергетических параметров источника питания и продление срока их службы, для чего вводится «спящий режим» (для экономии энергии большинство элементов сенсоров большую часть времени находится в выключенном состоянии), предлагаются различные способы подзарядки батарей от внешней среды (солнечная энергия, энергия вибраций, энергия электромагнитных волн окружающего пространства[10]), используют-

7 Предполагается, что сенсоры как базовые элементы сети в итоге будут размером с зернышко песка или даже частицы пыли. Не случайно они получили название моты (англ. mote – пылинка). Сейчас же размеры полноценного сенсора – не менее нескольких кубических дюймов.

8 Нейронная сеть реального мозга и современные достижения нейроинформатики можно с успехом использовать для построения БСС.

9 То есть не только получение информации об объекте исследования, но и получение возможности совершать необходимые воздействия на объект мониторинга или окружающую его среду. Речь идет о так называемых активных датчиках – актуаторах (actuators). Их применение ведет к формированию полноценной системы распределенного управления.

10 В плотных городских условиях с высокой концентрацией электромагнитного излучения разного происхождения реализация этой идеи возможна.

Известия
ИНСТИТУТА ИНЖЕНЕРНОЙ ФИЗИКИ

Таблица 1

Характеристики радиопередачи данных для IEEE 802.15.4

Полоса частот, МГц	Нужна ли лицензия	Географический регион	Скорость передачи данных, Кбит/с	Число каналов
868,3	Нет	Европа	20	1
902-928	Нет	Америка	40	1-10
2405-2480	Нет	Весь мир	250	11-26

ся различные энергосберегающие протоколы и алгоритмы передачи информации между узлами, минимизируется количество информации, передаваемой на следующий уровень обработки (расходы энергии на передачу информации из узла на следующий уровень значительно больше ее расходов на обработку информации внутри узла), уменьшается напряжение питания и рабочая частота, уменьшается количество включений и выключений передатчика за счет увеличения длины передаваемых пакетов и дополнительного сжатия информации и др.;

- поиск эффективных методов самоорганизации больших сетей, разработку сетевых протоколов для сетей высокой связности;
- миниатюризацию, повышение надежности и снижения стоимости сенсоров;
- разработку эффективных методов и алгоритмов обработки больших информационных потоков;
- повышение помехозащищенности (БСС работают в нелицензированных частотных диапазонах, поэтому в ряде случаев могут возникать помехи, создаваемые посторонними источниками радиосигналов);
- обеспечение защиты обрабатываемой информации, требуемых параметров информационной безопасности.

В БСС соединяются несколько научных направлений, связанных с измерениями физических величин, обработкой информации и ее передачей по радиоканалу, принятием решений, самоорганизацией. Все это требует применения системного подхода к их разработке, междисциплинарных знаний, к важнейшим из которых на современном этапе следует отнести знания из области когнитологии, описания процессов восприятия и познания внешнего мира и построения его моделей в живых организмах разной степени сложности, знания из различных областей нейрологии и искусственных нейронных сетей, знания основных идей и механизмов синергетики, перспективных направлений развития телекоммуникационных систем.

Для выполнения своих функций на каждый сенсор устанавливается специализированная операционная система. В настоящее время в большинстве беспроводных сенсорных сетей используется TinyOS – ОС, разработанная в Университете Беркли[11], – это управляемая событиями операционная система реального времени, рассчитанная на работу в условиях ограниченных вычислительных ресурсов. Эта ОС позволяет сенсорам автоматически устанавливать связи друг с другом, формировать сенсорную сеть заданной топологии и маршруты передачи данных.

Важнейшим фактором при работе БСС является ограниченная емкость батарей, в связи с чем непосредственно в сенсоре выполняют первичную обработку, ориентированную на уменьшение объема передаваемой информации, и, что самое главное, минимизацию числа циклов приема-передачи данных. Для решения этой задачи разработаны специальные коммуникационные протоколы, наиболее известными из которых являются протоколы альянса ZigBee[12]. Для выработки стандарта, в том числе стека протоколов для беспроводных сенсорных сетей, ZigBee использовал разработанный ранее стандарт IEEE 802.15.4, который описывает физический уровень и уровень доступа к среде для беспроводных сетей передачи данных на небольшие расстояния (до 75 м) с низким энергопотреблением, но с высокой степенью надежности. Некоторые характеристики радиопередачи данных для стандарта IEEE 802.15.4 приведены в *таблице 1*.

На данный момент ZigBee разработал единственный в этой области стандарт, который подкреплен наличием производства полностью совместимых аппаратных и программных продуктов. Протоколы ZigBee позволяют устройствам находиться в спящем режиме большую

11 TinyOS относится к программному обеспечению с открытым кодом; оно доступно по адресу: www.tinyos.net.

12 Данный альянс (сайт www.zigbee.org) был создан в 2002 году именно для координации работ в области беспроводных сенсорных сетей. В него вошли крупнейшие разработчики аппаратных и программных средств: Philips, Ember, Samsung, IBM, Motorola, Freescale Semiconductor, Texas Instruments, NEC, LG, OKI и многие другие (всего более 200 членов).

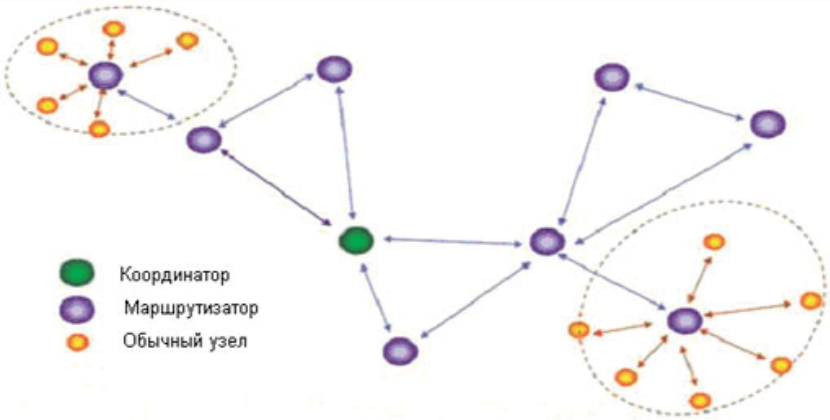


Рис. 2. Кластерная архитектура БСС

часть времени, что значительно продлевает срок службы батареи.

Все сенсоры по уровню сложности делят на три класса. Высший из них – координатор – управляет работой сети, хранит данные о ее топологии и служит шлюзом для передачи данных, собираемых всей беспроводной сенсорной сетью, для дальнейшей обработки (в сенсорных сетях обычно используется один координатор). Средний по сложности сенсор является маршрутизатором, то есть может принимать и передавать данные, а также определять направления передачи. Самый простой сенсор может лишь передавать данные ближайшему маршрутизатору. Таким образом, стандарт ZigBee поддерживает сеть с кластерной архитектурой (*рисунок 2*). Кластер образуют маршрутизатор и простейшие сенсоры, у которых он запрашивает сенсорные данные. Маршрутизаторы кластеров ретранслируют данные друг другу, и, в конечном счете, данные передаются координатору. Координатор обычно имеет связь с IP-сетью, куда и направляются данные для окончательной обработки. При этом сначала происходит идентификация всех сенсоров, после чего формируется схема маршрутизации [10].

Такая структура является более экономичной по сравнению с одноранговой сетью (*рисунок 3*), однако одноранговая сеть обладает большими потенциальными адаптационными возможностями, формируя необходимую структуру под конкретную задачу с учетом конкретных внутренних и внешних условий.

ZigBee при относительно невысоком энергопотреблении поддерживает как простые топологии беспроводной связи («точка-точка» и «звезда»), так и сложные беспроводные сети с ячеистой топологией. В них любое устройство может служить маршрутизатором или точкой доступа, причем сообщения могут передаваться по множеству маршрутов, что увеличивает эффективную полосу пропускания сети. Начальный выбор маршрута и его изменение при необходимости обхода отказавших узлов основаны на алгоритмах самоорганизации и самовосстановления сети. При распространении пакетов по сети производится оценка качества отдельных «однопрыжковых» радиолиний и по критерию макси-

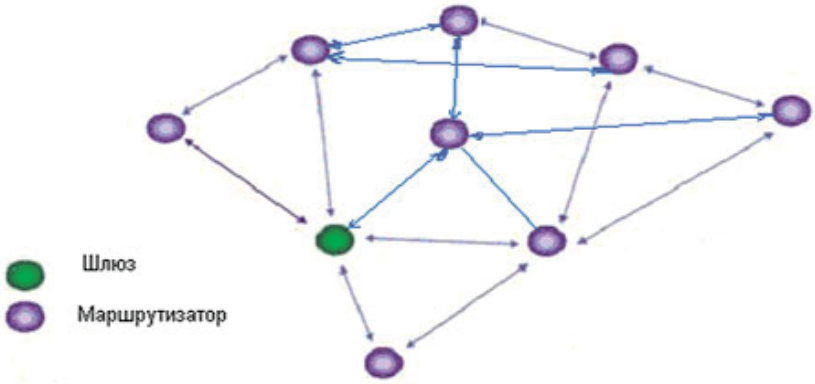


Рис. 3. Одноранговая БСС

Известия
ИНСТИТУТА ИНЖЕНЕРНОЙ ФИЗИКИ

мального качества всего пути выбирается лучший маршрут для последующей передачи сообщений. Росту полосы пропускания способствует и малое расстояние между узлами, что ограничивает влияние интерференции и других факторов, вносящих вклад в потерю данных [11].

Литература

1. Характеристика и классификация чрезвычайных ситуаций // http://www.grandars.ru/shkola/bezopasnost-zhiznedeyatelnosti/klassifikaciya-chrezvychaynyh-situaciy.html.

2. Федеральный закон от 21.12.1994 г. №68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (с изменениями и дополнениями).

3. Войтович И.Д., Корсунский В.М. Интеллектуальные сенсоры. М.: ИНТУИТ, БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. 624 с.

4. Пойда А.А. и др. Распределенное детектирование событий в многомерных потоках данных в беспроводных сенсорных сетях. // Механика, управление и информатика. М.: Институт космических исследований РАН, 2011. № 5. С.162-182.

5. Садков А.Н. и др. Анализ связанности сенсорной сети с коллективной передачей информации // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачесвкого. Радиофизика, 2008. № 6. С.70-76.

6. Барсегян А.А. Анализ данных и процессов: учебное пособие / Барсегян А.А., Куприков М.С., Холод И.И. и др. СПб.: БХВ-Петербург, 2009. 512 с.

7. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. М.: ООО «ИД Вильямс», 2006. 1104 с.

8. Галушкин А.И. Нейронные сети: основы теории. М.: Горячая линия-Телеком, 2010. 496 с.

9. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. М.: Горячая линия-Телеком, 2008. 452 с.

10. Сергиевский М. Беспроводные сенсорные сети. http://www.compress.ru/article.aspx?id=17950&iid=831

11. ZigBee / http://www.wikipedia.org/wiki/Zigbee.

УДК 65.014

КЛАСТЕРИЗАЦИЯ КАК СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МОДЕРНИЗАЦИОНЫЙ ПРОЦЕСС*

Валерий Николаевич Умников
доктор технических наук, профессор
ведущий научный сотрудник
МОУ «ИИФ»
Адрес: 142210, Московская обл.,
г. Серпухов, Большой Ударный пер., д. 1а
Тел.: +7(4967)35-31-93

Марфа Геннадиевна Заводчикова
Вице-президент Института
МОУ «ИИФ»
Адрес: 142210, Московская обл.,
г. Серпухов, Большой Ударный пер., д. 1а
Тел.: +7(4967)35-31-93

Алексей Николаевич Царьков
заслуженный деятель науки РФ
доктор технических наук, профессор
Президент Института –
Председатель Правления Института
МОУ «ИИФ»
Адрес: 142210, Московская обл.,
г. Серпухов, Большой Ударный пер., д. 1а
Тел.: +7(4967)35-31-93

В последние годы тема кластеризации стала одним из важных направлений государственной, территориальной и местной административной политики по повышению эффективности использования научно-промышленного, инвестиционного, кадрового и культурного потенциала. В статье рассматриваются вопросы об истоках, развитии и состоянии кластеризации как синергетического модернизационного процесса. Обращается особое внимание на новую тенденцию системной социально-комплементной кластеризации.

In recent years clustering has become one of the main directions of the state, territorial and local government policy to increase the efficiency of utilization of scientific, industrial, investment, human and cultural resources. The issues about the origins, development, and state of clustering as synergistic modernization process are considered in the article. The new trend of systemic social and complement clustering is also underlined here.

Ключевые слова: научно-промышленный потенциал, модернизация, эффективность, кластеризация, социальная комплементность.

Keywords: scientific and industrial potential, modernization, efficiency, clustering, social complementness.

Модернизация концентрационного монополизма

Феномен особых концентрационных возможностей объектов системной экономической агломерации связанных предприятий и учреждений на определенной территории известен со времен развития ремесленного производства. Но специфический положительный агломерационный эффект от того, что стали называть *«кластеризацией»*, начал проявляться, обнаруживаться у по-особому действующих интегрированных сложных образований, настойчиво исследоваться и применяться только в последней четверти XX века.

До этого длительный мировой опыт показывал, что в условиях капиталистических отношений неизбежно нарастающая *концентрация* ресурсов и финансов всегда ведет к *монопольности* (уничтожающей конкуренцию и условия развития среднего класса), а также к *сложности* системы участников (полезной возможностями достижения эмерджентности, но одновременно повышающей риски неустойчивости, неожиданного катастрофирования и хаоса). Соответствующие антимонопольные меры экономического регулирования – обычное явление для разных стран и эпох.

1 Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 12-06-00243-а.

Кластеризация же, основываясь, как и прежние картели, концерны, тресты и т.п., на использовании той же концентрации, каким-то образом стала проходить между опасными «Сциллой» и «Харибдой» (монопольностью и сложностью) и выводить, сначала отдельные регионы, а затем и целые страны, на новый уровень экономических возможностей.

В общем случае «*кластер*» (англ. cluster – *скопление*) – целостное объединение нескольких концентрирующих свои ресурсы разнородных самодостаточных социально-экономических элементов, которое может рассматриваться как самостоятельная социально-экономическая единица нового уровня, обладающая специфическими интегративными свойствами. Явление образования многих видов кластеров – *кластеризация* – исследуется различными научными дисциплинами.

Особенно известны современные массовые исследования и практика *экономических кластеров*, строящихся на сопряжении достижений не только экономических, но и расширяющегося множества других научных направлений (технических, политических, социальных, экологических, культурных, информационных и др.).

В различных странах стало привлекательным и престижным создавать экономические кластеры как географически (территориально или, в общем случае, – топологически) локализованные контролируемые административно особые зоны концентрированной экономической деятельности, создаваемые и развиваемые системно взаимодействующими многими участниками с разнообразными возможностями.

Достаточно быстро большинство ученых, специалистов и администраторов стали признавать, что регионы, на территориях которых формируются кластеры, закономерно становятся лидерами экономического развития и отражают потенциалы новой конкурентоспособности региональных и национальных экономик. Ученые с разных позиций определили *базовые особенности кластерной системной экономической интеграции*, отражающие влияние на деятельность участников: возможностей занятого системой связанных элементов кластера и ближайшего к ней экономического пространства, инновационной активности деловой среды, развивающей внутренней конкуренции между элементами кластера, осуществляемых выбора и коррекций стратегии развития в зависимости от контролируемых и непредусмотренных факторов. Теоретики называют все новые и новые комбинации основных признаков современного кластера, чаще всего выделяя: географическую концентрацию усилий, множественность и разнообразие участников, системность в кооперировании и в специализации, допустимость и необходимость внутренней конкуренции участников, высокую восприимчивость к инновациям, гарантированный адаптацией и экологичностью жизненный цикл, способность к гибкому сотрудничеству с государственными органами и международными партнерами и др.

Исследования начинались с простых теоретических обобщений и экономических моделей. Майкл Портер (ведущий из основоположников и популяризаторов теории кластеров и кластерного развития, сторонник государственной политики концентрации; свои идеи почерпнул из работ А. Маршалла о «концентрации специализированных отраслей в отдельных местностях»), дал краткое, но достаточно емкое определение «*кластера*»: «группа соседствующих географически взаимосвязанных компаний и ассоциированных с ними институтов, специализирующихся в какой-то одной сфере и объединенных общностью интересов, а также взаимодополняемостью». Подчеркивалось, что кластеры включают элементами различные субъекты – от предприятий, программно объединенных едиными материальными, финансовыми и информационными потоками, производителей, обеспечивающих поставщиков, предприятий сопредельных отраслей, компаний обслуживания – до университетов, ведомств по надзору, стандартизации и помощи в инновационной деятельности.

Для администраций суть *кластерного подхода* заключалась в том, чтобы способствовать развитию территории на основе достижения максимально высокой плотности деятельности и длинных цепочек добавленной стоимости, повышать экономический эффект для развития местной инфраструктуры, условий и качества жизни. Стали называть «*кластерной политикой*» усилия государства и местных администраций по обоснованию планов, созданию и поддержке кластеров в определенных зонах. Она с самого начала расценивалась как менее амбициозная, чем промышленно-экономическая отраслевая политика. Но уже Портер утверждал: «Идейная основа теории кластеров и промышленной политики, а также их практическое значение для деятельности государства фундаментальным образом различаются»: охват и механизмы кластерной политики шире, чем у промышленной; она способствует повышению «конкурентоспособности» страны или региона. По его мнению, районы, где предприятия вертикально и горизонтально объединены в кластеры, обладают большей конкурентоспособностью. Понятие «конкурентоспособность» относится к качеству деловой атмосферы в регионах, а также к их «рамочным» условиям вроде наличия сырьевых ресурсов, квалифицированной рабочей силы и осо-

бенно прочных кластеров. В этом отношении кластерная политика должна быть нацелена на устранение препятствий, ослабление ограничений и преодоление неэффективности, которые препятствуют повышению производительности труда и инновациям в рамках кластера.

Государство, начинавшее осуществление кластерной политики, должно было переключать часть внимания с планирования и субсидирования конкретных отраслей экономики в целом на поддержку возникновения и функционирования кластеров. Это означало очередной шаг от преобладания прямого государственного управления и переход к его косвенному влиянию, от сугубо вертикальной экономической политики к политике горизонтальной. Быстро выяснялось, что государство не может поддерживать всех одинаково, и кластерная политика стала предусматривать *«селективный подход»* к поддержке отдельных территорий. При всем этом понималось, что появление кластеров помогает национальным отраслям начинать обновление и развивать внешние конкурентные преимущества, создавать новые базы выхода на рынки других стран. Дальнейшие усилия в научных исследованиях и на практике стали показывать, что политика кластеризации есть новая, системная, с высоким потенциалом разновидность *«политики концентрации»* – одного из видов промышленной политики, что по определению и предполагает произвольную селективность. В 1990-х годах в государственной политике многих стран стала превалировать *кластерная философия* – правительства перешли к концентрации усилий на поддержке существующих кластеров и создании новых кластерных систем и сетей компаний, ранее слабо контактировавших между собой. При этом государство и само становилось прямым участником кластерных стратегий, широко реализовавшихся в Великобритании, Германии, Дании, Нидерландах, Финляндии и ряде других стран.

Принципиальной характеристикой кластеров являлась их изначальная ориентация на реализацию интересов территории (регионов), в отличие от ориентации иных типов экономических объединений, создававшихся исходя только из интересов их участников.

Первый этап развития кластеров был напрямую связан с возможностями, в первую очередь, *концентрации географической* (в топологическом пространстве региональной деятельности, внутренней экспансии участников). Демонстрировалось, что *географический масштаб кластера* мог варьироваться от города, района или региона до нескольких, даже не обязательно граничащих, стран. Основными причинами начальной географической концентрации обычно выступали:

❖ сама по себе географическая близость элементов кластера, обеспечивающая скорость и дешевизну взаимных поставок и услуг;

❖ возможности взаимного распространения неформализуемых «неявного опыта и знания» в данной местности, а также неформальной коммуникации представителей фирм в их районе с имеющимися потребителями продукции;

❖ возможности снижения затрат на поддержание и развитие местных ресурсов, общих для компаний-участников.

Интересно, что Портер дал свое объяснение географической концентрации компаний: «Географический масштаб кластера связан с расстоянием, на котором ощущается прирост эффективности в сфере информации, трансакций, символов и др. Определение границ кластера – зачастую задача относительная: это творческий процесс, основанный на понимании взаимодополняемости и взаимосвязанности предприятий и институтов, наиболее важных в плане конкуренции в той или иной отрасли». По его мнению, первопричиной была конкуренция. Выходя на другие регионы и иностранные рынки, фирмы легко уничтожают местных конкурентов. В результате на отраслевом рынке доминирует кластер подобных фирм, сосредоточенных на осваиваемой территории. То есть, фактически, концентрируется, образуется и оформляется очередной монополист, но Портер не акцетировал на этом важном обстоятельстве внимания, делая упор на успешность в конкуренции. Он показал, что конкурентоспособность компании-участника во многом определяется её экономическим окружением, конкурентоспособность которого, в свою очередь, зависит от базовых условий (общего ресурса) и от возможности конкуренции внутри самого кластера.

Важный при распространении кластеризации *фактор конкурентоспособности* в дальнейшем перестает быть определяющим, уступая место *фактору влиятельной социализации*.

Системная социально-комплементная кластеризация

В последние годы в разных странах тема кластеризации, теоретически развиваемая и практически осваиваемая, стала одним из важных направлений государственной, территориальной и местной административной политики по развитию общенациональной, региональной или местной способности к повышению эффективности использования имеющегося научно-промышленного, инвестиционного, кадрового и культурного потенциала.

Сегодня обычной базовой целью *кластерной политики* является административное содействие созданию и укреплению относительно дол-

Известия
ИНСТИТУТА ИНЖЕНЕРНОЙ ФИЗИКИ

говременных *сетевых взаимосвязей* между участниками кластеров, а также институциональному развитию последних. Именно региональные кластеры нуждаются в особой поддержке государственных и региональных структур, исследовательских и социальных гражданско-общественных организаций. Поэтому власти разных уровней часто становятся инициаторами создания и поддержания участников кластеров, поскольку они своей деятельностью стимулируют социально-экономическое развитие мест расположения, прилегающих территорий и целых регионов. Следствием этого всегда ожидается получение участниками возможностей длительного удержания гарантированного состава участников, ускоренного совместного расширения и углубления знаний в коллективах своих специалистов, быстроты разработки и группового внедрения новейших технологий, предложения на их основе дорогостоящих проектов высокоэффективных систем различного назначения, последовательного накопления материальных и финансовых резервных фондов, создания и поддержания выгодных условий для спроса и реализации своей продукции. При этом предполагается достижение преимуществ по снижению транзакционных издержек, рациональному распределению рисков, облегчению выхода на внутренние и внешние рынки.

Эффективность кластеров проявляется в региональном экономическом росте, в создании и сохранении рабочих мест, расширении местной и национальной налоговой базы, увеличении экспорта, привлечении инвестиций и др.

В России Минэкономразвития рекомендует органам государственной власти и местного самоуправления содействие институциональному (без принуждения к организации) созданию кластеров, деятельности по стратегическому планированию их развития, достижению эффективного информационного взаимодействия и укреплению сотрудничества между участниками. В соответствии с рекомендациями, основными задачами кластерных проектов являются:

1. Повышение качества управления на предприятиях кластера, включая:

– содействие предоставлению консультационных услуг предприятиям участников кластера в области менеджмента;

– проведение систематической работы по выявлению примеров лучшей практики по новым методам и механизмам управления на предприятиях кластера и содействие их эффективному распространению;

– содействие внедрению и сертификации предприятиями системы управления качеством в соответствии со стандартами ИСО 9000, отраслевыми стандартами организации производства, а также иными стандартами качества и подтверждения соответствия;

– содействие развитию механизмов субконтрактации, включая распространение информации о возможности оказания промышленных услуг по субконтрактным договорам, на основе информации о наличии общих и специализированных производственных мощностей и потребностей производственных предприятий, в том числе на основе развития специализированных консультационных организаций – центров субподряда.

2. Стимулирование инноваций и развитие механизмов коммерциализации технологий, поддержка сотрудничества внутри кластера между исследовательскими коллективами и предприятиями в области НИОКР.

3. Содействие маркетингу продукции (товаров, услуг), выпускаемой предприятиями – участниками кластера и привлечению прямых инвестиций.

Ожидается, что результатами реализации кластерной политики по стране будет рост производительности и инновационной активности предприятий, а также повышение интенсивности развития малого и среднего предпринимательства, активизация привлечения прямых инвестиций, обеспечение ускоренного социально-экономического и культурного развития территорий (регионов) базирования кластеров.

Сегодня многочисленные примеры из мировой практики стали подтверждать, что именно кластерная форма организации концентрированного производства и сотрудничества является *наиболее подготовленной для инновационного процесса*. Основной причиной этого является ее постепенный отход от бывшего обычным стремления к конкурентоспособности, во что бы то ни стало, к практике *системной социализации*, сначала – малосвязной, а дальше все более и более *комплементной*.

Литература

1. Умников В.Н. Великий Социальный Синтез. М.: Реалии, 2001. 416 с.

2. Умников В.Н. Социальная комплементология. М.: Реалии, 2003. 200 с.

3. Умников В.Н. Система организации России. М.: Реалии, 2001. 48 с.

4. Умников В.Н. Социал-комплементаризм в системе мира. М.: Раритет, 2006. 368 с.

5. Умников В.Н. Городское гражданское общество. М.: Раритет, 2008. 128 с.

6. Умников В.Н. Основы интегрологии. Серпухов: МО СССР, 1986. 87 с.

7. Умников В.Н. Интегрологические проблемы социального комплементирования / Известия Института инженерной физики, 2007. № 1 (3). С. 28-30.

8. Умников В.Н. Инновационные направления развития системы гражданского общества России / Формирование инновационного потенциала общества и направления его стратегического развития: Сборник материалов Международной научно-практической конференции. М.: АНО ВПО «ИМЭИ», 2012. С. 48-56.

УДК 37.0

ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ВОЕННЫХ ВУЗАХ

Михаил Сергеевич Козлов
кандидат педагогических наук
начальник отделения организации подготовки научно-педагогических кадров
Военная академия РВСН им. Петра Великого
Адрес: 109074, г. Москва, Китайгородский пр., д. 9
Тел.: +7(495)698-39-17
E-mail: kozlovmihail@yandex.ru

Статья посвящена проблеме организации, поддержания и системного развития условий для участия всех субъектов системы военного профессионального образования в инновационных процессах.

Article is devoted to problem of organization, support and system development of conditions for the participation of all subjects of the system of military professional education in the innovation processes.

Ключевые слова: инновационная образовательная среда, военное профессиональное образование, педагогическое сопровождение.

Keywords: innovative educational environment, military professional education, pedagogical support.

Преобразования военной системы России обозначили новые задачи в подготовке военных кадров: повысить качество, максимально сократить сроки достижения высших ступеней профессионализма и создать наиболее благоприятные условия для полной реализации потенциала военнослужащих.

Очевидно, что для реализации данных требований в военном вузе, сегодня требуется изменение организации обучения, построение иной системы взаимоотношений и взаимодействий между преподавателем и курсантом (слушателем) с опорой, прежде всего, на инновационные подходы. Кроме того, складывающиеся условия существования высшей профессиональной школы настоятельно требуют скорейшего перехода к новой стратегии развития военного образования на основе широкомасштабного использования научных знаний, и создаваемых на их базе высокоэффективных образовательных технологий. Выпускник военного вуза должен иметь профессиональную подготовку, обеспечивающую его способность успешно решать возникающие задачи в быстро изменяющейся обстановке на основе инновационных подходов, глубокого понимания методологии творчества, целенаправленного использования законов технических и социальных систем. Однако в настоящее время существует ряд противоречий, которые тормозят активизацию инновационной деятельности военных вузов и их участие в развитии экономического и оборонного потенциала Российской Федерации. С одной стороны, значительная часть военных вузов России обладает высоким научным потенциалом, с другой – отсутствуют методики и критериальный аппарат оценки инновационной деятельности вузов и их влияния на развитие науки и технологий создания современных образцов вооружений, военной и специальной техники.

Также ряд военных вузов накопил определенный опыт инновационной образовательной деятельности, но вместе с тем, не происходит системной активизации этой деятельности по причине недостаточного обоснования функционирования эффективных педагогических моделей и механизмов развития данного вида деятельности вузов.

Таким образом, потребности в повышении качества подготовки военных кадров, в наращивании военно-научного потенциала, определенные новой Военной доктриной Российской Федерации; необходимость выведения военного профессионального образования на передовые

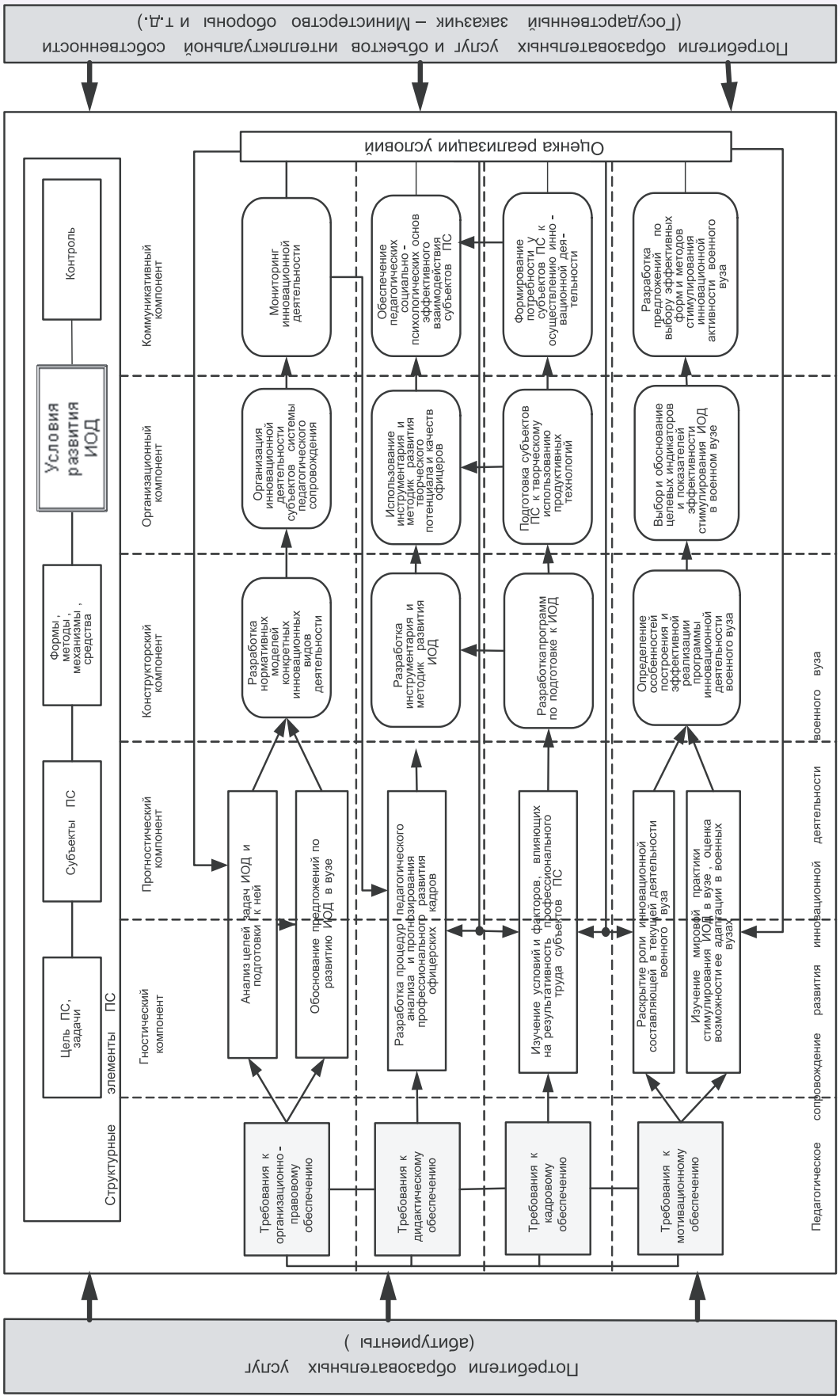


Рис. 1. Модель педагогического сопровождения инновационной образовательной деятельности в военном вузе

позиции в системе высшего профессионального образования России определяют необходимость поиска и обоснования условий (совокупности факторов), способствующих эффективной инновационной образовательной деятельности в военных вузах в рамках формирования нового облика Вооруженных сил РФ.

Важно отметить, что условия, способствующие развитию инновационной образовательной деятельности в военном вузе, как системные детерминанты обязательно должны проявлять себя в реализации образовательных проектов на основе результатов законченных научных исследований и разработок.

По мнению автора, инновационная образовательная деятельность не должна происходить стихийно, вне какой-либо организованной системы. Роль такой системы может выполнять система педагогического сопровождения, функционирование которой представляет сложный динамический, развивающийся процесс сопровождения инновационной образовательной деятельности, заключающийся в обеспечении и поддержании инновационной образовательной деятельности на всех этапах жизненного цикла инноваций – от зарождения до трансформации в традицию.

При этом под обеспечением будем понимать совокупность мер и средств для создания условий, способствующих нормальному протеканию инновационных процессов, реализации намеченных планов, программ, проектов, поддержанию стабильного функционирования военного вуза. А под условиями – обстановку для какой-нибудь деятельности [1], в нашем случае – инновационной образовательной.

Условия целесообразно выявить через научно обоснованные количественные и качественные регламентации, которые предъявляются к компонентам системы педагогического сопровождения инновационной образовательной деятельности в военном вузе.

Сама ключевая категория «педагогическое сопровождение» впервые появилась в работе В.П. Беспалько [2], а развитие термина в военной педагогике и акмеологии отмечено в работах В.Г. Михайловского, А.Ю.Трофимова, П.П. Ефимова и др.

Представляется наиболее рациональным представить систему педагогического сопровождения как объединяющие функции целеполагания, анализа условий протекания, планирования, управления и контроля инновационной образовательной деятельности.

Таким образом, предлагается под педагогическим сопровождением инновационной образовательной деятельности понимать целенаправленный процесс, обеспечивающий планомерное, координированное и комплексное управление деятельностью участников образовательного процесса, направленное на внедрение новаций в педагогическую практику для создания в вузе инновационной образовательной среды.

Рассмотрим систему педагогического сопровождения инновационной образовательной деятельности в военном вузе.

Известно, что проектирование, создание и изучение любой системы предполагает создание модели системы, позволяющей предсказывать ее поведение в определенном диапазоне условий. Описание системы можно рассматривать с трех точек зрения: функциональной, морфологической и информационной [3].

Моделирование сложных педагогических систем проводилось многими видными учеными, среди которых С.И. Архангельский, Н.В. Кузьмина, В.Н. Новиков [4, 5, 6] и др., в основном на функциональном множестве уровней.

Остановимся на морфологическом и функциональном описание модели педагогического сопровождения инновационной образовательной деятельности в военном вузе.

Построение модели (*рисунок 1*) осуществлено через новые научно обоснованные количественные и качественные регламентации к компонентам системы педагогического сопровождения, объединяющей функции целеполагания, анализа условий протекания, планирования, управления и контроля инновационной образовательной деятельности.

В представленной модели системы педагогического сопровождения выделены: организационно-правовое, дидактическое, кадровое, мотивационное виды обеспечения, а также на основе подхода Н.В. Кузьминой [5] компоненты: гностический, прогностический, конструкторский, организационный и коммуникативный.

Разделение модели системы педагогического сопровождения на виды обеспечения отражает морфологический подход к моделированию, а на компоненты – функциональный.

Главная конечная цель организационно-правового обеспечения системы педагогического сопровождения – создание организационно-правовых условий развития инновационной образовательной деятельности в военном вузе, подтверждаемые наличием документов, определяющих инновационную политику в вузе и стратегии развития инновационной образовательной деятельности в вузе.

Состав организационно-правового обеспе-

Известия
ИНСТИТУТА ИНЖЕНЕРНОЙ ФИЗИКИ

чения в большей мере относится к конкретной практической реализации системы педагогического сопровождения и включает следующие группы задач:

● анализ целей, задач, объективно необходимых предпосылок инновационной образовательной деятельности;

● подготовку обоснованных предложений по использованию продуктивных образовательных маршрутов, технологий и процедур инновационной образовательной деятельности;

● разработку нормативных моделей конкретных видов инновационной образовательной деятельности;

● организацию деятельности субъектов системы педагогического сопровождения в соответствии с предназначением;

● мониторинг инновационной деятельности и развитие ее потенциала.

Дидактическое обеспечение занимает особое место в системе педагогического сопровождения, создавая условия для реализации обоснованных требований, содержания, методов, средств и методических процедур инновационной образовательной деятельности в военном вузе.

Изучение особенностей системы военного образования позволило выделить ряд факторов, требующих учета при определении дидактического наполнения структуры системы педагогического сопровождения: содержательного характера (гарантированное достижение намеченных целей); методического характера (разработка процедур адаптивного обучения (контекстного), ориентированные на текущие потребности войск); акмеологического характера.

Кадровое обеспечение создает условия, влияющие на результативность профессионального труда субъектов системы педагогического сопровождения, участвующие в инновационной образовательной деятельности.

Кадровое обеспечение педагогического сопровождения осуществляется по направлениям:

● изучение условий и факторов, влияющих на результативность профессионального труда субъектов системы педагогического сопровождения, участвующего в инновационной образовательной деятельности;

● формирование и развитие потребности у субъектов системы педагогического сопровождения к осуществлению инновационной деятельности;

● подготовка преподавательского состава к творческому использованию продуктивных технологий и др.

Мотивационное обеспечение отражает аспекты стимулирования в процессе инновационной деятельности. Обеспечение выполнения необходимых требований к стимулированию и мотивированности представляется возможным путем решения следующих задач:

● раскрыть роль инновационной составляющей в текущей деятельности военного вуза;

● обосновать целесообразность стимулирования инновационной деятельности высшего учебного заведения;

● структурировать принципы стимулирования инновационной деятельности высшего учебного заведения;

● изучить мировую практику стимулирования инновационной деятельности высших учебных заведений, оценив возможность ее адаптации в военных вузах;

● оценить влияние инновационной деятельности высшего учебного заведения на изменение технологий образования и качества образовательных услуг;

● выбрать и обосновать целевые индикаторы и показатели эффективности стимулирования инновационной деятельности военного вуза;

● сформулировать рекомендации по совершенствованию механизма стимулирования инновационной деятельности высшего учебного заведения;

● определить особенности построения и эффективной реализации программы инновационной деятельности военного вуза;

● разработать предложения по выбору эффективных форм и методов стимулирования инновационной активности военного вуза.

Разделение модели на гностический, прогностический, конструктивный, организационный, коммуникативный компоненты по функциональному признаку позволяет прослеживать изменение системы во времени.

Гностический компонент обеспечивает соответствующий руководящий кадровый состав, преподавателей и обучаемых знаниями, необходимыми для организации инновационной деятельности.

Прогностический компонент позволяет руководящему составу, профессорско-преподавательскому составу и обучаемым планировать инновационную деятельность, прогнозировать и предвидеть их результаты.

Конструктивный компонент призван обеспечить системность в деятельности объектов педагогического сопровождения с использованием трансформирования результатов, полученных гностическим, прогностическим и функциональным компонентами.

Организаторский компонент выполняет действия, определяющие организацию выполне-

ния принятых решений органами управления по конструированию, апробации конкретных элементов инновационной деятельности.

Коммуникативный компонент реализует действия, связанные с воздействием на объекты педагогического сопровождения, организует выдачу информации обратной связи от объектов педагогического сопровождения, т.е. обеспечивает взаимодействие между элементами системы.

В целом, можно предположить, что реализация предлагаемой модели педагогического сопровождения позволит как получать новые данные о состоянии и динамике развития инновационной образовательной деятельности в вузах Министерства обороны Российской Федерации, так и развивать такую деятельность.

Литература

1. Ушаков Д.Н. Большой толковый словарь русского языка. Современная редакция. М.: Дом славянской книги, 2009. 960 с.

2. Беспалько В.П. Основы теории педагогических систем. Воронеж: ВГУ, 1977. 304 с.

3. Стронцев А.А. Основы выработки и принятия решения // Учеб. пособие. Ростов-на-Дону: РВИ РВ, 2001. 90 с.

4. Архангельский С.И., Михеев В.И., Машников С.А. О моделировании и методике обработки данных педагогического эксперимента. М.: Знание, 1974. 48 с.

5. Кузьмина Н. В. Методы системного педагогического исследования. Л.: ЛГУ, 1982. 138 с.

6. Новиков В.Н. Развитие теории и практики подготовки преподавателей высшей военной школы. М.: ВУ, 1999. 312 с.

AUTHORS

Victor E. Aksionov
Honoured scientist of Russia, Dr.Sci.Tech., professor. Branch of the Military Academy of the Strategic Missile Forces. Moscow reg., Serpukhov, Brigadnaya st., 17

Mahran Mohammad Ali Algaradat
Postgraduate student.Vladimir State University. Vladimir, Gorky st., 87

Boris F. Bezrodnyu
Dr.Sci.Tech., professor, chief engineer, Design and Technological Construction Bureau of railway automatics and telemechanics. Moscow, Perevedenovskiy l., 21/9

Igor A. Bugakov
Dr.Sci.Tech., professor. Honoured devisor of Russia. IPO "IEP". Moscow reg., Serpukhov, Bolshoy Udarnyu l., 1a.

Ahmed Badvan
Postgraduate student. Vladimir State University. Vladimir, Gorky st., 87

Ivan S. Borid'ko
Scientist. IPO "EPI". Moscow reg., Serpukhov, Bolshoy Udarnyu l., 1a.

Alexander T. Galkin
Dr.Sci.Tech., professor. Vladimir State University. Vladimir, Gorky st., 87/

Vadim G. Gribunin.
Dr.Sci.Tech. PO "IEP". Moscow reg., Serpukhov, Bolshoy Udarnyu l., 1a.

Islam Darahma
Postgraduate student. Vladimir State University. Vladimir, Gorky st., 87

Inna V. Efremova
Chief labour inspector in the Moscow region, Counsellor of State Civil Service of the Russian Class 1. Department of Labour and Employment. Moscow, Dokuchaev l., 12.

Igor A. Ignatenko
Postgraduate student. IPO "IEP". Moscow reg., Serpukhov, Bolshoy Udarnyu l., 1a.

Sergey V. Ivanushkin
Doctor of Military Science. IPO "IEP". Moscow reg., Serpukhov, Bolshoy Udarnyu l., 1a.

Alexander I. Gal'kevich
Cand.Tech.Sci. President, general engineer. Joint stock company "Leosat System "GONETS". Moscow, Baumanskaya st., 53/2

Boris V. Khlopov
Cand.Tech.Sci., associate professor. Central Scientific Research Institute of Radio Engineering the name of academician A. Berg. Moscow, Novaya Basmannaya st., 20

Mikhail S. Kozlov
PhD. Military Academy of the Strategic Missile Forces. Moscow, Kitaygorodskiy p., 9.

Sergey Y. Korotkov
Senior scientist. IPO "EPI". Moscow reg., Serpukhov, Bolshoy Udarnyu l., 1a

Natalia A. Kutsenko
Scientist. IPO "EPI". Moscow reg., Serpukhov, Bolshoy Udarnyu l., 1a.

Alexey A. Lebedev
Postgraduate student. IPO "EPI". Moscow reg., Serpukhov, Bolshoy Udarnyu l., 1a

Dmitriy A. Lovtsov
Honoured scientist of Russia, Dr.Sci.Tech., professor. Lebedev Institute of Precision Mechanics and Computer Engineering, Russian Academy of Sciences (IPMCE). Moscow, Leninskiy av., 51.

Anatoliy V. Loban
Cand.Tech.Sci., senior scientist. Lebedev Institute of Precision Mechanics and Computer Engineering, Russian Academy of Sciences (IPMCE). Moscow, Leninskiy av., 51.

Evgeniy A. Mikheev
Cand.Tech.Sci., scientist, IPO "IEP".
Moscow reg., Serpukhov, Bolshoy Udarnyu l., 1a

Vladislav A. Mukminov
Ministry of Defence of the Russian Federation.

Ilia A. Nikitin
Chief specialist. Federal Service for Defence Contracts.

Alexander N. Pashnev
Scientist. Moscow reg., Serpukhov, Bolshoy Udarnyu l., 1a

Tatiana S. Skripka
Assistant of Department of Psychology. Smolensk State University. Smolensk, Przhevalskogo st., 4.

Dmitriy V. Smirnov
Dr.Sci.Tech., associate professor. General director of IPO "IEP". Moscow reg., Serpukhov, Bolshoy Udarnyu l., 1a

Alexey N. Tzar'kov
Honoured scientist of Russia, Dr.Sci.Tech., professor. President of IPO "EPI". Moscow reg., Serpukhov, Bolshoy Udarnyu l., 1a.

Vladimir A. Tsimbal
Honoured scientist of Russia, Dr.Sci.Tech., professor. Head scientist at IPO "IEP". Moscow reg., Serpukhov, Bolshoy Udarnyu l., 1a

Valeriy N. Umnikov
Dr.Sci.Tech, professor. IPO "EPI". Moscow reg., Serpukhov, Bolshoy Udarnyu l., 1a.

Yuri V. Voynov
Ministry of Defence of the Russian Federation.

Sergey V. Yaremchenko
Senior scientist. IPO "EPI". Moscow reg., Serpukhov, Bolshoy Udarnyu l., 1a

Vladimir V. Zelenevskiy
Dr.Sci.Tech, professor. Branch of the Military Academy of the Strategic Missile Forces. Moscow reg., Serpukhov, Brigadnaya st., 17.

Yuriy V. Zelenevskiy
Cand.Tech.Sci., associate professor. Military Academy of the Strategic Missile Forces. Moscow, Kitaygorodskiy d., 9/5.

Marfa G. Zavodchikova
Vice-president. IPO "EPI". Moscow reg., Serpukhov, Bolshoy Udarnyu l., 1A

МОУ «ИИФ»: ОСНОВНЫЕ ИТОГИ 2012 ГОДА

Для Института инженерной физики 2012 год был успешным и плодотворным. Институт приобрел новых партнеров, заказчиков в России и за рубежом и теперь имеет партнерские отношения более чем с 80 отечественными и зарубежными предприятиями (24 города). Открыто два новых представительства в Москве.

С целью дальнейшего повышения эффективности работы Институт перешел на новую интегрированную организационно-штатную структуру. Учеными Института выполнялось более 90 научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, из которых около 30 МОУ «ИИФ» проводил как головной исполнитель. Институт принимал активное участие более чем в 30 форумах, выставках, конференциях.

Одно из важных достижений Института – положительные результаты государственных испытаний инерциально-спутниковой навигационно-геоинформационной системы с повышенной информационной надежностью, разработанной по заказу Минпромторга РФ. Эта система не имеет мировых аналогов.

Институт выступил учредителем комплекса «УК-СкИиф», отвечающего за продвижение инновационных научных проектов серпуховских ученых в Сколково.

В учебных подразделениях, работающих на базе МОУ «ИИФ» обучаются более тысячи студентов. Проведен VII конкурс научно-практических работ студентов учебных подразделений при МОУ «ИИФ», на который представлено 66 работ, авторами и соавторами которых выступили 92 студента. В аспирантуру МОУ «ИИФ» поступили 14 человек (на данный момент обучается 34 аспиранта). Диссертационным советом МОУ «ИИФ» проведено 8 заседаний по защите 7 кандидатских и 1 докторской диссертаций.

Проведена Вторая Всероссийская научно-практическая конференция «Современное непрерывное образование и инновационное развитие». Сформировано дальнейшее направление развития экспериментальной площадки в области непрерывного образования (организацией - ответственным исполнителем является МОУ «ИИФ»), которое было одобрено на заседании научно-технического совета ФГАУ «ФИРО».

МОУ «ИИФ» заложил новый научно-производственный корпус. Воплотилось духовное начинание серпуховских ученых – на территории Института построена часовня в честь науки и образования. Результаты опытно-конструкторских, производственных работ, образовательные проекты укрепили имидж Института как организации, способной решать задачи как регионального, так и федерального уровней, что позволило выйти на новый, более высокий, уровень работы.

СПЕЦИАЛЬНЫМ РАЗРАБОТКАМ ИНСТИТУТА – ДВОЙНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ

Специальные разработки МОУ «ИИФ», выполняемые в рамках Гособоронзаказа, отличаются современным научно-техническим уровнем, что может обеспечить их конкурентоспособность и в гражданских отраслях промышленности. Это и было продемонстрировано на техническом совещании, прошедшем 24 января в МОУ «ИИФ» на базе отдела навигационных систем и комплексов.

Целью совещания стало обсуждение вопросов возможного применения разрабатываемого в РВСН мобильного навигационно-геодезического комплекса в газовой промышленности и других отраслях экономики России. С сообщением выступил ВрИО начальника служба контроля прицеливания и астрономо-геодезического обеспечения штаба РВСН подполковник Е.Г. Лейба, который показал идентичность отдельных задач, решаемых в ракетных войсках и в газовой промышленности по обеспечению их деятельности. Участники совещания ознакомились с отдельными образцами военной техники в области автоматизированных средств определения геодезических данных. Представители ОАО «Газпром ВНИИГАЗ», делегацию которых возглавлял начальник отдела геоинформационных и космических технологий доктор геолого-минералогических наук, профессор Ю.Б. Баранов высоко оценили комплексный подход в создании и применении представленных образцов.

На особую заметку представители Газпрома взяли продемонстрированные им результаты в области неразрушающего контроля, а также результаты применения геоинформационных технологий. Принят Протокол о намерениях научно-технического сотрудничества в области совершенствования маркшейдерских работ на геодинамических полигонах месторождений нефти и газа.

РЕКОМЕНДАЦИИ
АВТОРАМ СТАТЕЙ

Для публикации принимаются статьи на русском языке. Рекомендуемый объем статьи – 0,2–0,4 п.л. (8000–16000 знаков).

Тексты должны быть представлены:

❍ в электронном виде (Win Word 6.0 или 7.0). Иллюстративный материал (сложные формулы, рисунки, фотографии и т.д.) кроме размещения в тексте обязательно должны предоставляться отдельными файлами!

❍ на бумажном носителе формата А4.

Текст статьи должен быть набран через 1,5 интервала (гарнитура «Times New Roman»), кегль 14.

Просьба, простые символы и формулы не набирать в математическом редакторе!

Напечатанный текст должен иметь поля: верхнее и левое – 2,5 см, правое и нижнее – 2 см.

Вверху первой страницы статьи размещаются:

❍ рубрика журнала (см. *Приложение 1*);

❍ УДК;

❍ название статьи;

❍ имя, отчество, фамилия автора (авторов), ученая степень, ученое звание, должность и место работы.

Список литературы (Литература) размещается в конце статьи.

После литературы помещается:

❍ список ключевых слов;

❍ краткая аннотация (1–2 абзаца, но не более одного листа А4) на русском и английском языках.

Завершает рукопись полная информация об авторе (авторах):

❍ ФИО;

❍ ученая степень, ученое звание, должность и место работы;

❍ адрес места работы, контактные телефоны, электронный адрес (по желанию автора – домашний адрес и телефон).

Обращаем особое внимание на:

❍ точность и правильность библиографического оформления списка литературы (в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008);

❍ выверенность статьи в компьютерном наборе;

❍ полное соответствие файла на электронном носителе (диске, дискете) и бумажного варианта.

Редакционная коллегия оставляет за собой право на редактирование статей, при этом с точки зрения научного содержания авторский вариант сохраняется.

Статьи, не принятые к публикации, не возвращаются.

Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается!

Приложение 1

Рубрикация журнала «Известия Института инженерной физики»

Управление, вычислительная техника и информатика

- Технологии обработки и передачи данных;
- Средства и методы защиты информации;
- Информационно-расчетные системы;
- Вычислительные методы;
- Тестирование и сертификация программно-аппаратного обеспечения;
- Компьютерные сети и системы;
- Новые информационные технологии;
- Электромагнитная безопасность систем и комплексов;
- Искусственный интеллект;
- Базы данных;
- Моделирование процессов управления и оптимизации;
- Информационные технологии проектирования;
- Информационные технологии в образовании;
- Геоинформационные системы;
- Программно-аппаратное обеспечение;
- Автоматизированные системы управления;
- Компьютерная графика.

Электроника, измерительная техника, радиотехника и связь

- Методы и способы измерения, оценка погрешностей;
- Информационно-измерительные системы;
- Методы обработки сигналов;
- Диагностические системы;
- Радиоэлектронные системы;
- Антенны, распространение радиоволн;
- Элементная база;
- Радиотехническая аппаратура;
- Системы связи.

Разовые рубрики:

- Навигация;
- Механика твердого тела;
- Техника общего назначеня;
- Инновационные проекты.

Постоянные подрубрики:

- Совершенствование образования;
- Подготовка кадров.

В соответствии с Решением Межведомственной комиссии РФ по защите государственной тайны №69 от 26 февраля 2001 г., требованиями законов №5485-1 «О государственной тайне» от 21 июля 1993 г., №149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и защите информации» от 27 июля 2006 г. статьи для публикации принимаются только при наличии экспертного заключения с разрешением на открытое опубликование.