

№ 1⁽¹¹⁾
2009

научно-технический журнал
Известия



**ИНСТИТУТА
ИНЖЕНЕРНОЙ ФИЗИКИ**

8 февраля

День Российской науки

а
п

ТАЙНА НАУКИ

ВЕЧНОЕ ДВИЖЕНИЕ





СРЕДСТВА И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

- 2 Д.Ю. Гужва, Ю.В. Овсянников, И.Б. Саенко. Метод управления разграничением доступа в виртуальных локальных вычислительных сетях на основе использования генетических алгоритмов
- 7 А.С. Марков, И.Б. Путаев. Программный метод обеспечения безопасности загрузки операционной среды
- 10 В.Г. Маслов, В.А. Цирлов. Технологические процедуры анализа уязвимостей программного обеспечения компьютерных систем
ИНФОРМАЦИОННО-РАСЧЕТНЫЕ СИСТЕМЫ
- 14 С.И. Шабунин. Обоснование состава общего и специального математического и программного обеспечения информационно-аналитической системы поддержки принятия решений при ликвидации последствий аварий с ЯРОО
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ
- 20 Т.Х. Ахмедов, А.С. Пономарёва. Компьютерное моделирование векторных полей ускорений и скоростей частиц воздуха в пограничном слое быстромашущего крыла
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ
- 24 Е.А. Михеев. Метод оптимизации порядка применения различных стратегий менеджмента качества на основе максимизации вероятности бездефектного завершения процесса производства продукции
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ
- 30 И.А. Кочетов. Система поддержки принятия решений по управлению комплексом подвижных объектов
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
- 34 А.В. Борисов. Формирование и выбор требований к облику перспективной экспертно-информационной системы управления сложными процессами
- 37 В.И. Злобин, М.В. Иващенко, П.Н. Переверзев, С.В. Злобин. Структурно-функциональная модель сложной радиосистемы как средства телекоммуникации интеллектуальных систем управления
ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ
- 42 В.Э. Бородай, А.А. Коробков. Результаты расчета тепловой энергии, отдаваемой внутренней стенкой во внутреннюю среду асимметричного гиперзвукового летательного аппарата
- 45 А.А. Коробков. Результаты вычислительного эксперимента по прогреву многослойного пакета теплозащитного покрытия асимметричного гиперзвукового летательного аппарата
МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ
- 50 О.В. Хоруженко. Повышение достоверности функционирования кодового контроля устройств хранения и передачи информации
СИСТЕМЫ СВЯЗИ
- 52 В.В. Зеленевский, В.А. Прасолов, А.А. Зинкин. Частотно-энергетическая эффективность недвоичных сигнально-кодовых конструкций в цифровых системах радиосвязи
- 57 С.Е. Орехов, И.Н. Ваганов. Концептуальная модель пакетной сети радиосвязи метрового диапазона с многомерными маршрутами передачи сообщений
НАВИГАЦИЯ
- 62 Р.Н. Садеков. Коррекция показаний спутниковых навигационных систем по информации цифровых карт дорог
МЕХАНИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА
- 65 А.Г. Попов, А.А. Коробков. Результаты расчета предела прочности материалов теплозащитного покрытия боковой поверхности асимметричного гиперзвукового летательного аппарата
ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ
- 67 М.Г. Краснов. Проблемы построения и управления инновационным военным вузом
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
- 74 А.А. Карабанов, Р.С. Машков, Е.А. Ильин. Информационные образовательные ресурсы в обучении техническим дисциплинам
- 76 В.И. Апанасевич, Т.Н. Солодянкина. К вопросу о преподавании лучевой терапии студентам медицинских вузов
ПОДГОТОВКА КАДРОВ
- 78 Л.В. Ножичкина. Социально-психолого-педагогическое сопровождение взаимной адаптации мигрантов, беженцев, вынужденных переселенцев и принимающего населения в условиях поликультурного образовательного пространства
- 83 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, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук»

Главный редактор

Алексей Николаевич Царьков

заслуженный деятель науки РФ,
доктор технических наук, профессор

Заместитель главного редактора

Игорь Павлович Новожилов

Редакционная коллегия

Евгений Михайлович Ананьев

член-корреспондент АИО

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

Николай Николаевич Казаков

член Союза писателей России

Валерий Геннадьевич Маслов

кандидат технических наук

Борис Петрович Смирнов

доктор технических наук, профессор

Дмитрий Вячеславович Смирнов

кандидат технических наук, доцент

Сергей Владимирович Смуров

доктор технических наук, профессор

Владимир Анатольевич Цимбал

заслуженный деятель науки РФ,
доктор технических наук, профессор

Подписной индекс: 59190 по каталогу

«Научно-технические издания»

ОАО «Роспечать»

Адрес редакции: 142210, Московская обл.,

г. Серпухов, Большой Ударный пер., зд. 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 28.01.2009. Тираж 2000 экз.

© Межрегиональное общественное учреждение
«Институт инженерной физики» (ИИФ), 2009

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
Заместитель главнокомандующего
внутренними войсками МВД РФ
по военно-научной работе

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 Ваграменко

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

доктор технических наук, профессор
заслуженный деятель науки РФ
Председатель комитета
по образованию (г. Серпухов)

Валерий Николаевич Умников

доктор технических наук, профессор
Президент Академии проблем сохранения жизни

Сергей Николаевич Шиманов

доктор технических наук, профессор
Заместитель начальника СВИ РВ
по УНР



**Валерий Петрович
Баранов**

Заместитель главнокомандующего
внутренними войсками МВД РФ
по военно-научной работе,
доктор исторических наук,
профессор
генерал-полковник

В современном, динамично развивающемся обществе нет такой сферы деятельности, где не были бы востребованы результаты научных открытий и достижений. Людей, занятых научными исследованиями, по праву называют интеллектуальной элитой.

Российская наука переживала разные времена. Сегодня мы можем говорить о том, что ситуация начала улучшаться – возросло внимание к науке со стороны президента, правительства и общества в целом. Пришло понимание, что развитие России без науки невозможно.

Важно отметить, что за последние годы не только стабилизировалось и укрепилось положение многих российских научных учреждений, но – и это существенно! – появился ряд новых. Значимое место среди них занимает Институт инженерной физики – научное, образовательное и производственное учреждение.

Мощный научный потенциал и солидная экспериментально-производственная база Института позволяют обеспечить эффективную научно-исследовательскую и опытно-конструкторскую деятельность, формирование новых научно-технических направлений и развитие научно-технического сотрудничества со многими российскими организациями и предприятиями. Широко известны научные разработки ИИФ в области АСУ и связи, информационной безопасности, наземной навигации, энергосберегающих и Интернет-технологий, конверсии углеводородного моторного топлива, имитационного моделирования сложных систем, искусственного интеллекта и многих других. Хорошо зарекомендовал себя в специализированных научных кругах и издаваемый в ИИФ научно-технический журнал «Известия Института инженерной физики». В преддверии Дня Российской науки, мне, как члену редакционного совета, приятно представить его очередной выпуск.

За три года своего существования журнал стал не только источником научно-технической информации, но и эффективным инструментом в продвижении перспективных научных идей. Публикуемые статьи охватывают широкий спектр научных, технических и образовательных проблем. Строгий отбор поступающих в редакцию материалов гарантирует качество публикуемых работ, а значит, и высокую репутацию издания. И главное тому подтверждение – включение решением Президиума ВАК «Известий ИИФ» в «Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук».

Поздравляю всех авторов и читателей журнала с Днем Российской науки! Желаю счастья, здоровья, неутомимости в поисках, нестигаемости при неудачах, уверенности в будущем, успехов, профессионального роста, творческих удач и новых научных открытий!

МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ РАЗГРАНИЧЕНИЕМ ДОСТУПА В ВИРТУАЛЬНЫХ ЛОКАЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ

Дмитрий Юрьевич Гужва

кандидат технических наук

Военная инспекция МО РФ

Юрий Викторович Овсянников

кандидат технических наук

Южный федеральный университет

Игорь Борисович Саенко

доктор технических наук, профессор

Военная академия связи им. С.М. Будённого

Практически каждая организация сталкивается с проблемой строгого разграничения доступа к сетевым информационным ресурсам при совместной коллективной работе пользователей в корпоративной вычислительной сети (КВС). При этом зачастую является недостаточным использование сетевых паролей доступа к ресурсам в силу большой вероятности компрометации парольной информации. Необходимы более жесткие решения.

Таким решением может стать использование технологии виртуальных локальных вычислительных сетей (ВЛВС) совместно со стандартным механизмом распределения информационных ресурсов по узлам компьютерной сети [1].

Сущность технологии ВЛВС иллюстрируется на рисунке 1.

В представленном варианте организации ВЛВС в локальной вычислительной сети, объединяющей 10 компьютеров, созданы три виртуальные локальные подсети. Подсеть №1 объединяет компьютеры u_1, u_2, u_3, u_4 и u_5 , подсеть №2 – компьютеры u_5, u_6, u_7 и u_8 , а подсеть №3 – компьютеры u_5, u_9 и u_{10} . Компьютер u_5 одновременно присутствует во всех трех подсетях (это соответствует случаю, когда u_5 является сетевым сервером). Для всех пар компьютеров действует

следующее правило разграничения доступа: если два компьютера не находятся в одной и той же подсети, то тогда обмен между ними запрещен.

Действие механизма распределения информационных ресурсов по узлам сети иллюстрирует рисунок 2.

Информационные ресурсы, распределяемые по узлам сети, будем называть объектами доступа (ОД). К их числу относятся различные файлы или каталоги файловых систем компьютеров, объединенных в вычислительную сеть. Компьютеры сети в свою очередь являются узлами сети. За компьютерами в конкретный момент време-

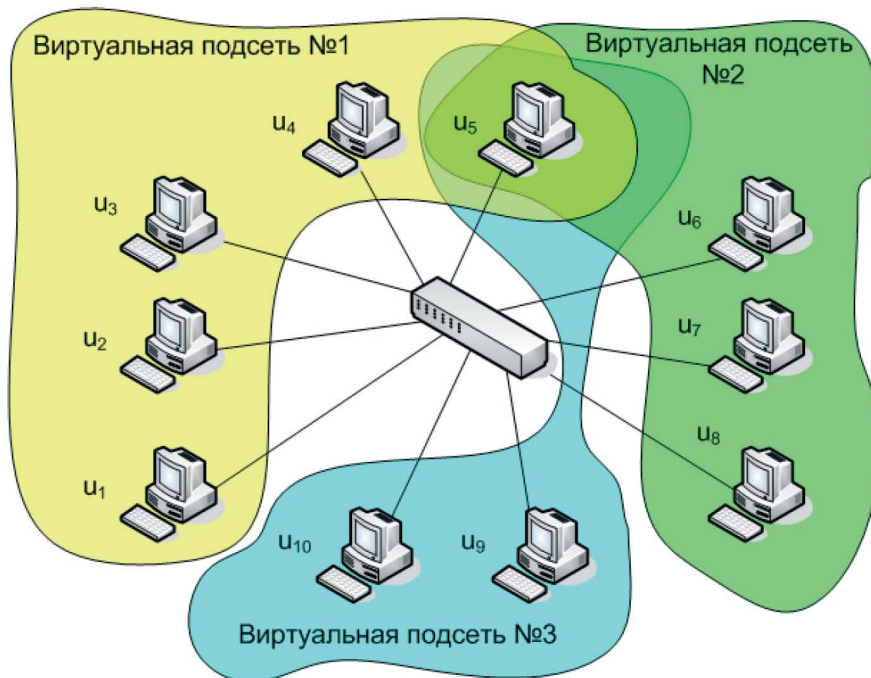


Рис. 1. Организация ВЛВС (вариант)

СРЕДСТВА И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

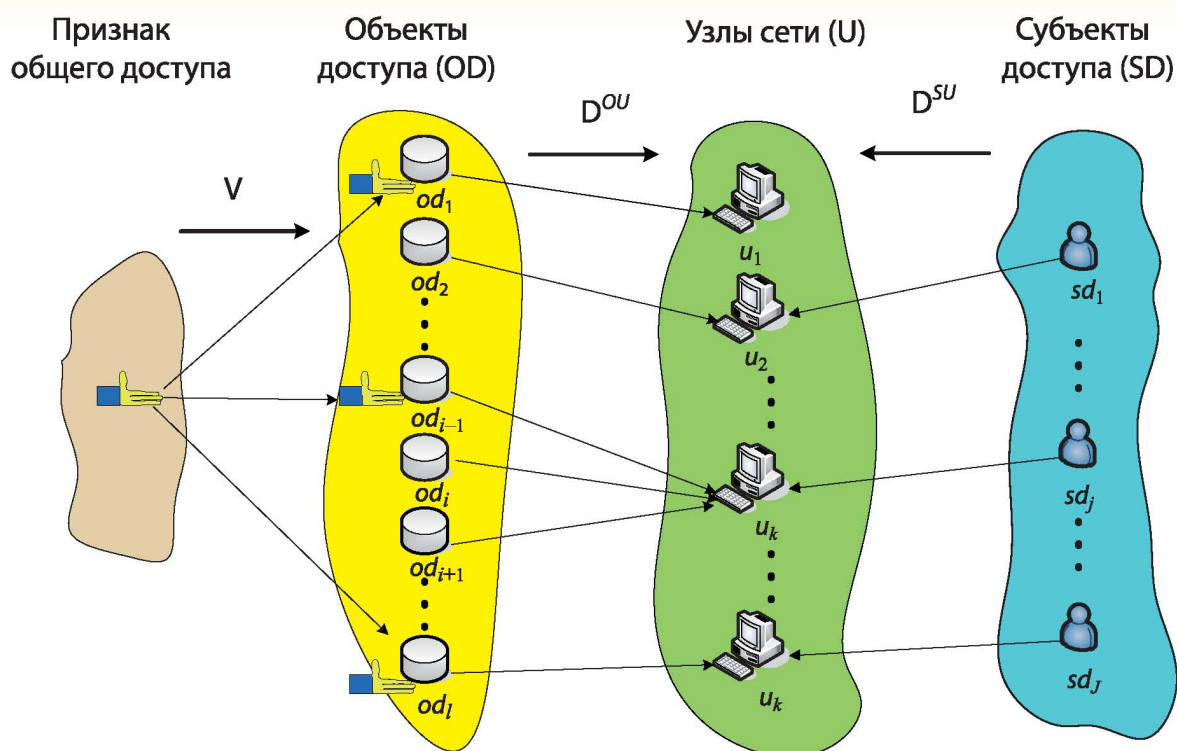


Рис. 2. Распределение информационных ресурсов по узлам сети (вариант)

ни работают определенные пользователи, называемые *субъектами доступа* (СД).

На одном узле одновременно может находиться несколько объектов доступа, причем один и тот же объект не может одновременно находиться на двух и более узлах. Иными словами, между множеством объектов доступа и множеством узлов существует отображение D^{OU} , как показано на *рисунке 2*.

Один и тот же субъект доступа может одновременно работать только на одном узле доступа. При этом возможны случаи, когда на некоторых узлах не работает ни один субъект доступа (как правило, такими узлами являются серверные компьютеры). Следовательно, между множеством субъектов доступа и множеством узлов существует отображение D^{SU} , также показанное на *рисунке 2*.

Субъекты доступа имеют полный доступ к тем объектам, которые расположены на «своем» узле сети, то есть на узле, на котором работает данный субъект. В то же время иногда возникает необходимость доступа субъекта к одному или нескольким объектам, расположенным на другом или других узлах (например, на серверах сети). Эта возможность достигается путем присвоения тому или иному объекту доступа специального признака – признака «общего доступа». Такой возможностью обладают практически все операционные системы, применяющие-

ся в КВС (*Windows, Linux* и другие). Распределение признаков общего доступа по объектам доступа определяет сущность отображения V , указанного на *рисунке 2*.

Возможность использования «общего доступа по паролю», как было отмечено в начале статьи, рассматриваться не будет.

Доступ конкретного субъекта к конкретному объекту при использовании рассмотренного механизма распределения информационных ресурсов по узлам вычислительной сети определяется следующими тремя простыми правилами:

- 1) доступ возможен, если объект не имеет признака общего доступа, но располагается на узле, на котором работает данный субъект;
- 2) доступ возможен, если объект имеет признак общего доступа (в этом случае не важно, на котором узле данный объект располагается);
- 3) во всех остальных случаях доступ запрещен.

Одновременное применение механизма распределения объектов и субъектов по узлам сети и механизма организации ВЛВС приводит к тому, что возникает некоторая «реальная» схема разграничения доступа субъектов к объектам. В то же время потребности использования в КВС конкретного программного и информационного обеспечения изучаемых учебных дисциплин определяют некоторую «требуемую» схему разграничения доступа. В общем случае, «реаль-

СРЕДСТВА И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

ная» и «требуемая» схемы разграничения доступа отличаются друг от друга.

Таким образом, исходя из приведенного выше рассмотрения возможных механизмов разграничения доступа в КВС можно сформулировать следующую содержательную постановку **задачи разграничения доступа**: *используя указанные механизмы разграничения доступа, следует добиться того, чтобы реальная схема разграничения доступа имела минимальные расхождения с требуемой, а в идеальном случае – совпадала с ней.*

Сформулируем формальную математическую постановку задачи на оптимизацию схемы разграничения доступа в КВС.

Исходными данными являются:

$\mathbf{OD} = \{od_i\}, i=1..I$ – множество объектов доступа (файлов, каталогов);

$\mathbf{SD} = \{sd_j\}, j=1..J$ – множество субъектов доступа;

$\mathbf{U} = \{u_k\}, k=1..K$ – множество узлов КВС;

$\mathbf{R}^{TP} = [r_{ij}^{TP}]$ – требования по разграничению доступа (требуемая схема разграничения доступа), где $r_{ij}^{TP} = 1$, если sd_j должен иметь доступ к od_i , и $r_{ij}^{TP} = 0$ в противном случае.

Переменными задачи являются:

$\mathbf{D}^{OU} = [d_{ik}^{OU}]$ – матрица размещения ОД на узлах КВС, где $d_{ik}^{OU} = 1$, если od_i размещен на узле u_k , и $d_{ik}^{OU} = 0$ в противном случае;

$\mathbf{D}^{SU} = [d_{jk}^{SU}]$ – матрица распределения СД по узлам КВС, где $d_{jk}^{SU} = 1$, если sd_j размещен на узле u_k , и $d_{jk}^{SU} = 0$ в противном случае;

$\mathbf{V} = \{v_i\}$ – вектор признаков общего доступа ресурсов сети, где $v_i = 1$, если od_i отдан в общий доступ, и $v_i = 0$ в противном случае;

$\mathbf{X} = \{x_{mn}\}, m, n=1..K$ – матрица организации ВЛВС, где $x_{mn} = 1$, если узлы u_m и u_n принадлежат одной ВЛВС, и $x_{mn} = 0$ в противном случае.

В качестве целевой функции задачи предлагается использовать функцию, оценивающую отличие реальной схемы разграничения доступа доступности $\mathbf{R}^{реал}$ от требуемой \mathbf{R}^{TP} .

Проведенные исследования показали, что элементы матрицы $\mathbf{R}^{реал}$ могут быть рассчитаны с помощью следующих выражений:

$$r_{ij}^{реал} = \sum_{k=1}^K x_{ik} \cdot r_{kj}^V, \quad (1)$$

где элементы r_{ij}^V определяются следующим образом:

$$r_{ij}^V = r_{ij}^{by} + v_i(1 - r_{ij}^{by}), \quad (2)$$

а элементы r_{ij}^{by} определяются следующим выражением:

$$r_{ij}^{by} = \sum_{k=1}^K (d_{ik}^{SU} \cdot d_{kj}^{OU}). \quad (3)$$

Заметим, что в выражениях (1) и (2) операции суммирования и произведения суть логические операции **ИЛИ** и **И**, соответственно.

Целевую функцию задачи определим как меру расхождения между $\mathbf{R}^{реал}$ и \mathbf{R}^{TP} :

$$\Delta \mathbf{R} = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J |r_{ij}^{реал} - r_{ij}^{TP}|. \quad (4)$$

Расхождение между $\mathbf{R}^{реал}$ и \mathbf{R}^{TP} должно быть минимальным. Поэтому критерий синтеза в формулируемой постановке задачи имеет вид:

$$\Delta \mathbf{R}(\mathbf{D}^{OU}, \mathbf{D}^{SU}, \mathbf{V}, \mathbf{X}, \mathbf{R}^{TP}) \Rightarrow \min. \quad (5)$$

Ограничения задачи:

- 1) $\sum_{k=1}^K (d_{ik}^{SU}) \leq 1$ – на одном узле не может находиться более одного субъекта;
- 2) $\sum_{k=1}^K (d_{ik}^{OU}) \leq 1$ – один файл может находиться только на одном узле.

Задача (5) относится к классу нелинейного булевого программирования, когда переменные заданы в векторном и матричном виде. Точное решение данной задачи возможно только при полном переборе переменных.

Предложим для решения задачи применение генетического алгоритма оптимизации (ГАО) как основного инструментария эволюционного моделирования [2].



Рис. 3. Генетический алгоритм оптимизации

СРЕДСТВА И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

При этом заметим, что, как показывает вид выражений (1) и (2), множество переменных в (5) можно сократить, заменив две матрицы D^{OU} и D^{SU} на одну – матрицу R^{6y} .

Сущность работы ГАО заключается в следующем (рисунки 3).

На этапе инициализации (блок 1) случайным образом формируется некоторое начальное множество решений, или начальная популяция. Каждое решение, или *особь*, характеризуется строкой, изоморфно связанной с векторами и матрицами переменных. Эта строка называется *хромосомой*, а отдельный символ в ней – *геном*.

На каждом последующем этапе эволюционного моделирования выполняются следующие действия. В блоке 2 из популяции случайным образом выбираются пары особей – *родители*. Между ними происходит процесс «скрещивания», называемый *кроссовером*, в результате которого появляется пара новых особей – *потомков*. Хромосома каждого из потомков формируется из двух частей: одна часть берется от хромосомы «отца», а вторая – от хромосомы «матери». Потомки добавляются в общую популяцию.

Кроме того, на каждом этапе некоторая часть особей подвергается *мутации*, в ходе которой случайным образом изменяются отдельные гены в хромосоме (блок 3).

Популяция имеет количественные ограничения, поэтому особи, имеющие наименьшую функцию эффективности (в нашем случае эту роль играет функция), удаляются из популяции («умирают»). Иными словами, происходит «естественный отбор». Это отображается блоком 4.

Завершение действия ГАО осуществляется тогда, когда популяция выходит на устойчивое состояние, в котором особь с максимальным значением функции эффективности принимается за окончательное решение задачи (блоки 5, 6, 7).

Существенной особенностью ГАО, предлагаемого для решения поставленной задачи, отличающей его от алгоритмов традиционного эволюционного моделирования, является его полихромосомный характер. Особь имеет не одну, а сразу три хромосомы: R^{6y} , V и X . Предложим вид этих хромосом.

Так как R^{6y} является матрицей размерности $I \times J$, она не является симметричной. Поэтому единственным способом построения хромосомы, отображающей эту матрицу, является последовательное соединение строк матрицы в одну большую строку:

$$[R]_{xp} = [r_{11}, \dots, r_{1j}; x_{21}, \dots, x_{2j}; \dots; x_{i1}, \dots, x_{ij}; \dots; x_{l1}, \dots, x_{lj}].$$

Вектор V по своей сути уже является хромосомой, в которой роль отдельного гена выполняет элемент v_i :

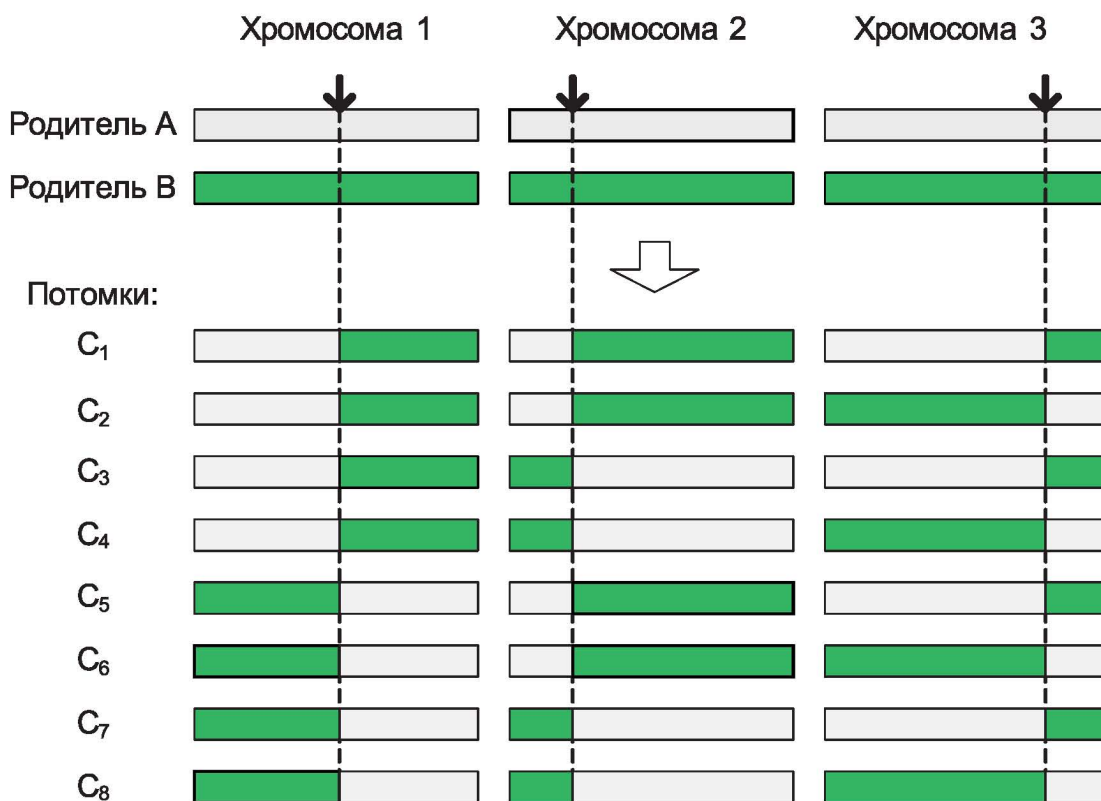


Рис. 4. Схема полихромосомного кроссовера

СРЕДСТВА И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

$$[V]_{xp} = [v_1, v_2, \dots, v_i, \dots, v_l].$$

Матрица X является симметричной матрицей, причем на главной диагонали этой матрицы всегда присутствуют единицы. Поэтому для построения хромосомы, отображающей X , целесообразно предложить строку следующего вида:

$$[X]_{xp} = [x_{12}, \dots, x_{1K}; x_{23}, \dots, x_{2K}; \dots; x_{i+1}, \dots, x_{iK}; \dots; x_{K-1,K}].$$

В результате полихромосомного кроссовера будут появляться не два, как в традиционном случае, а восемь потомков ($2^3 = 8$), как это схематично показано на *рисунке 4*. Родительские хромосомы имеют точки кроссовера, определяемые случайным образом, в которых они разделяются на левую и правую части. Потомки C_1, C_2, C_3 и C_4 наследуют левую часть хромосомы 1 от родителя А, а правую – от родителя В. Остальные потомки – наоборот. Потомки C_1, C_2, C_5 и C_6 наследуют левую часть хромосомы 2 от родителя А, а правую – от родителя В, а потомки C_1, C_3, C_5 и C_7 наследуют левую часть хромосомы 3 от родителя А, а правую – от родителя В.

Разработанный метод применения генетического алгоритма, имеющего полихромосомный кроссовер, позволяет достаточно эффективно решать поставленную задачу оптимизации разграничения доступа в КВС. Исследования показали, что рациональное решение задачи оптимизации при условии, что сеть содержит порядка 100 узлов, распределению подлежит 200 объектов доступа, а популяция содержит 500 особей, можно получить за приемлемое время уже на 15-20 поколении эволюционного моделирования. Следовательно, данная задача может быть отнесена к числу задач администрирования безопасности КВС, решаемых в реальном масштабе времени.

Литература

1. Бочков М.В., Бушуев С.Н., Логинов В.А., Саенко И.Б. Адаптивная защита информации от несанкционированного доступа в вычислительных сетях. – СПб.: ВАС, 2005. – 172 с.
2. Емельянов В.В., Курейчик В.В., Курейчик В.М. Теория и практика эволюционного моделирования. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 432 с.

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

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Муниципальная геоинформационная система
Создание и редактирование векторных карт и планов на основе спутниковых и аэрофотоснимков.
Создание баз данных по объектам ЖКХ города.
Привязка адресных данных к строениям, адресный поиск.

Система контроля и мониторинга подвижных объектов «КУРС»
Комплекс технических средств «КУРС» разработан для решения задач обеспечения единой Системы контроля и мониторинга подвижных объектов (ПО). Система построена на базе современных технологий: определения положения ПО в пространстве (GPS) и анализа информации о местоположении ПО на основе геоинформационных технологий (ГИС).

Система поддержки принятия решений
Обработка и визуализация данных дистанционного зондирования.
Прогнозирование экологических последствий при возникновении чрезвычайных ситуаций.
Автоматизированный поиск в базе картографических данных и нанесение первичной оперативной обстановки на карту с районом аварии.

СРЕДСТВА И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

ПРОГРАММНЫЙ МЕТОД ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЗАГРУЗКИ ОПЕРАЦИОННОЙ СРЕДЫ

Алексей Сергеевич Марков
кандидат технических наук,
старший научный сотрудник

НПО «Эшелон»

Илья Борисович Пугачев

Введение

В настоящее время безопасность компьютерных систем невозможно обеспечить путем установки только защищенной операционной среды и/или внешних средств защиты информации. Это связано с тем, что известны методы взлома и вредоносные программы, позволяющие внедрить злонамеренный код до загрузки операционной системы, тем самым взять на себя некоторые функции по управлению механизмами безопасности. Для решения этой проблемы в настоящее время используются программно-аппаратные модули доверенной загрузки операционной системы. Как не парадоксально, но наличие аппаратной платы имеет свои недостатки, связанные с возможностью обхода передачи управления на нее, как физическими, так и микропрограммными способами. Более того, такие системы в принципе не поддерживают виртуальную операционную среду. В статье рассмотрен новый метод создания доверительной микропрограммной среды обеспечения целостности и безопасности инициализации операционной системы, в том числе виртуальной.

Принципы загрузки операционной системы

Процесс загрузки любой операционной системы связан с выполнением системной программы «BIOS». Программа «BIOS» находится в электрически стираемом ПЗУ. Физически микросхема ПЗУ располагается в области старших разрядов при 32-битной адресации. Если объем ПЗУ составляет 512Кб, то физически она расположена по адресам FFF80000h-FFFFFFFFh. Для обеспечения совместимости системная логика осуществляет отображение старших 64-128 Кб памяти в старшие 64-128Кб первого мегабайта адресного пространства. Размер отображаемого окна зависит от производителя систем-

ной логики и их настроек. В отображаемой части «BIOS» располагается загрузчик. Загрузчик осуществляет внутренний контроль содержимого микросхемы ПЗУ, после чего последовательно распаковывает модули в оперативную память и осуществляет передачу управления им. В загрузчике располагается процедура для восстановления содержимого ПЗУ с образа, записанного на дискету (либо CD-ROM). Процедура восстановления определяется производителем материнской платы, но в большинстве случаев сводится к стандартному решению, предложенному разработчиками «BIOSa» – стандартная дискета со стандартным именем файла образа ПЗУ и сочетание клавиш на клавиатуре (Ctrl-Home, Ctrl-Esc).

Фазы загрузки операционной системы

Приведенные здесь фазы загрузки служат для иллюстрации основных действий выполняемых при загрузке операционной системы с жесткого диска. Различия в загрузке с других носителей будут проявляться только на 4-6 фазах (о них будет сказано ниже). Нумерация фаз не является общепринятой классификацией, а служит только для указания последовательности их выполнения.

Фаза 0. Инициализация BIOS

После подачи аппаратного сигнала «СБРОС» на вывод процессора, процессор проводит внутреннее самотестирование и передает управление по фиксированному адресу 0FFFFh:0000. По данному адресу располагаться первая команда программы инициализации аппаратной части. По данному адресу обычно располагается команда безусловного перехода в загрузчик «BIOS». Загрузчик распаковывает базовый модуль «BIOS» и передает ему управление.

Фаза 1. Базовый модуль BIOS

В ходе выполнения базового модуля происходит инициализация системной логики, рас-

СРЕДСТВА И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

паковка дополнительных модулей расширения «BIOS» и интеграция их в исполняемую среду. Инициализация программных модулей расширения связанных с системными аппаратными устройствами.

Фаза 2. Инициализация аппаратных устройств, плат расширения (аппаратные ресурсы).

В ходе инициализации аппаратной части компьютера производится опрос устройств на шине PCI. Найденные устройства инициализируются. В процессе инициализации каждому устройству выделяются необходимые ресурсы в адресном пространстве, пространстве ввода-вывода и прерывания. В ходе выделения аппаратных ресурсов в адресном пространстве происходит запуск программы инициализации устройства из внутреннего ПЗУ устройства в ходе которой выполняется первичная инициализация и регистрация устройства в системе. После выполнения процедур инициализации управление возвращается программе «BIOS».

Фаза 3. Инициализация программной среды

После инициализации всех устройств происходит вторичная инициализация устройств в соответствии с параметрами, указанными при первичной регистрации. В ходе этой инициализации происходит регистрация обработчиков программных прерываний для работы с подключенными устройствами.

Фаза 4. Считывание загрузчика ОС

После этого передается управление штатному загрузчику блочных устройств (ГМД, ЖМД и т.д.) располагающемуся в BIOS, либо загрузчику, связанному с устройством на шине PCI (например, сетевой контроллер). Штатный загрузчик считывает 0 сектор размером 512 байт и записывает его по адресу 0:7C00h (00007C00h). После этого BIOS по адресу 0:7C00h передает управление считанному коду. Для большинства «BIOS» существует возможность выбора в процессе загрузки загрузочного устройства.

Фаза 5. Исполнение загрузчика MBR

Для жесткого диска в 0 секторе MBR (Master Boot Record), которая состоит из таблицы разделов жесткого диска и программы, которая загружает первый сектор (Boot-sector) выбранного раздела. Первый сектор раздела жесткого диска должен хранить загрузчик операционной системы, установленной на этот раздел. Раздел считается выбранным, если в таблице разделов установлен специальный флаг.

Фаза 6. Исполнение загрузчика Boot

В ходе выполнения кода MBR происходит перемещение исполняемого кода с адреса

0:7C00h по адресу 0:6C00h. Первый сектор выбранного раздела загружается по адресу 0:7C00h и передается управление.

Следующие стадии загрузки определяются типом загружаемой системы.

Средства доверенной загрузки

Для обеспечения доверенной загрузки любой операционной системы необходимо, чтобы среда проверки была запущена перед запуском операционной системы. Для решения этой задачи существующие программные средства доверенной загрузки производят подмену загрузочных секторов на фазе 5 либо 6, перехватывая управление на себя. Недостатком этого способа является то, что содержимое загрузочного сектора ничем не контролируется, а значит перед запуском среды доверенной загрузке можно включить свой исполняемый код, который будет производить либо подмену файловой системы, либо перехват пароля на вход в систему доверенной. В любом случае, возможно вмешательство в среду исполнения средства защиты.

С другой стороны, если существует возможность верифицировать исполняемый код средства защиты, то тогда вмешательство будет невозможным. Это возможно сделать только при выполнении фазы 4 загрузки. Для этого необходимо осуществить замену стандартного загрузчика, встроеного в «BIOS». Чтобы это сделать нужно иметь полные исходные тексты либо проводить разработку собственного «BIOS». Так как разработка собственного «BIOS» является трудоемкой задачей, а «доверенная загрузка нужна сейчас», то используют аппаратные платы расширения.

Использование аппаратных плат расширения позволяют, начиная со 2-й фазы загрузки, внедриться в процесс загрузки. Сложность внедрения на 2-й фазе загрузки заключается в том, что после выполнения процедур инициализации необходимо вернуть управление обратно в «BIOS», чтобы можно было инициализировать остальные устройства. Для этой цели программа инициализации устройства расширения в процессоре (поддерживается начиная с i80386) устанавливается специальное отладочное прерывание на адрес 0:7C00h. Если процессор попытается выполнить любую инструкцию по этому адресу, то происходит специальное прерывание и управление передается программе, располагаемой в плате расширения. Таким образом, осуществляется перехват процесса загрузки на 4-й фазе. Данный способ хорошо работает при загрузке с ГМД и ЖД. При загрузке с CD-ROM (в соответствии со спе-

СРЕДСТВА И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

цификацией) можно указать любой адрес загрузки начального загрузчика. Если этот параметр не указан, то считается 0:7C00h. Эта особенность потенциально позволяет обойти процесс перехвата управления на 4-й фазе.

Инициализация аппаратных устройств осуществляется на 2-й фазе загрузки и осуществляется кодом, записанным в «BIOS». В соответствии со спецификацией, первоначально платы находятся в неактивном состоянии и во время последовательного опроса инициализируются в системе. Идентификация плат осуществляется на основании уникального кода производителя (Vendor ID или VID) и номера разработки (Product ID или PID). Таким образом, код инициализации на основании VID и PID может принимать решение о инициализации карты расширения либо нет («сославшись» на отсутствие ресурсов). Для этой цели необходимо модифицировать код модуля BIOSa, чтобы исключить процесс инициализации устройства. Так как модуль инициализации стандартный, то он больше зависит не от разработчика материнской платы, а от версии ядра BIOS. Сейчас распространены версии ядер AWARD v4.51, v 6, для AMI v 8. «BIOS» можно записать во время 0 фазы исполнения используя механизмы восстановления.

Так же существует возможность встраивания собственных модулей на уровне фазы 1 с целью противодействия инициализации плат расширения во время исполнения фазы 2. Данные модули будут мало зависимы от версии ядра «BIOS», т.к. протокол взаимодействия модуля расшире-

ния с ядром только расширяет свою функциональность с ростом версии. По сути версии модулей будут определяться только фирмой разработчиком «BIOS».

Заключение

Таким образом, реализация программного средства доверенной загрузки, построенного на описанных выше принципах, обладает рядом преимуществ, а именно:

- средство обеспечивает необходимый уровень безопасности компьютерных систем, путем исключения уязвимостей передачи управления, свойственных аппаратным средствам;
- средство обеспечивает доверенную загрузку виртуальных машин, что существенно снижает возможность создания среды злоумышленника в сложных информационно-вычислительных комплексах;
- программное средство более экономично, так как решение не требует электронной компоненты.

В результате проведенного исследования был создан программный модуль доверенной загрузки, прошедший сертификацию по требованиям Министерства обороны РФ и ФСТЭК России.

Литература

1. Салихан Д. BIOS: дизассемблирование, модификация, программирование. - СПб.: «БХВ-Петербург», 2008 – 784 с.
2. Трасковский А. Секреты BIOS – СПб.: «БХВ-Петербург», 2006. – 2 изд. – 480 с.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕДУРЫ АНАЛИЗА УЯЗВИМОСТЕЙ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ

Валерий Геннадьевич Маслов

кандидат технических наук
МОУ «Институт инженерной физики»

Валентин Леонидович Цирлов

CISSP, AMBCI
НПО «Эшелон»

Вопросы оценки и анализа уязвимостей программного обеспечения автоматизированных систем на протяжении многих лет привлекают самое пристальное внимание специалистов. Действительно, задача выявления таких уязвимостей возникает при проведении тестирования и аудита автоматизированных систем (АС), а также их квалификационных, приемосдаточных, периодических, типовых, аттестационных или сертификационных испытаний [1]. Не смотря на то, что для каждого из перечисленных видов деятельности разработаны типовые методики и рекомендации, универсальных подходов к анализу уязвимостей на сегодняшний день не существует, а для используемых на практике частных подходов крайне остро стоит вопрос повышения их эффективности.

В общем случае задача оценки и анализа уязвимостей программного обеспечения автоматизированных систем [2] включает следующие этапы:

- ❖ определение границ рассматриваемой системы (*периметра безопасности*);
- ❖ формализация задачи (неформальное, полужформальное или формальное описание системы);
- ❖ выбор модели и критериев безопасности системы;

Если *границы АС* обычно достаточно легко определяются исходя из анализа технической документации или явно следуют из договорных обязательств, то уже на этапе *формализации задачи* выбор того или иного уровня формализации обычно отдается на откуп личным предпочтениям специалиста – а значит, заведомо носит субъективный характер. Та же проблема существует и при выборе *модели безопасности* системы и соответствующих *критериев безопасности*. Как правило, на данном этапе используются не-

формальные подходы, рекомендуемые тем или иным стандартом [3, 4, 5], и значительно реже – формальные модели управления доступом (модели Харрисона-Руззо-Ульмана [7], Белла-Ла-Падулы [8], Биба и их аналоги).

Непосредственно оценка защищенности системы производится в общем случае путем вычисления тех или иных качественных или количественных характеристик, которые в дальнейшем сопоставляются с предварительно выбранными экспертным путём предельно допустимыми их значениями. Нетрудно видеть, что при реализации рассмотренного подхода наиболее критичными являются этапы формализации и выбора модели и критериев безопасности систем.

Отличительной особенностью современных неформальных методов анализа уязвимостей программного обеспечения автоматизированных систем является их ориентация на применение в рамках внутреннего или внешнего *аудита* безопасности автоматизированной системы, проводимого в рамках комплекса мероприятий по внедрению и поддержке корпоративной системы управления информационной безопасностью. В общем случае *система управления информационной безопасностью* (СУИБ) получает в качестве исходных данных требования информационной безопасности и ожидания заинтересованных сторон и путем применения необходимых мер и процессов реализует необходимые механизмы безопасности. Анализ уязвимостей программного обеспечения АС служит в этом случае с одной стороны средством задания этих требований, а с другой – механизмом контроля, обеспечивающим непрерывное совершенствование СУИБ в целом.

Наиболее распространенными управленческими стандартами, относящимися к вопросам

СРЕДСТВА И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

анализа уязвимостей ПО АС, на сегодняшний день являются документы, разработанные Британским институтом стандартов (*BSI – British Standards Institution*). Стандарты BS 7799-1, BS 7799-2 и BS 7799-3 крайне популярны во всём мире, первые два из них имеют международный статус стандартов ISO (последние версии данных стандартов имеют обозначения ISO/IEC 17799:2005 и ISO/IEC 27001:2005 соответственно). Несколько реже используются стандарты серии ISO 13335, а также рекомендации NIST 800. Во всех случаях анализ безопасности ПО АС предлагается осуществлять в рамках деятельности, связанной с оценкой рисков и управлением рисками.

В наиболее общем случае управление *рисками* в информационной безопасности представляет собой процесс всестороннего изучения факторов, которые могут привести к реализации возможных угроз по отношению к активам информационной системы, для последующего выбора экономически эффективных средств защиты.

На основании перечисления активов и анализа потенциально существующих угроз их безопасности, вычисляется (или оценивается) *риск* как функция от стоимости активов и вероятности реализации тех или иных угроз по отношению к данным активам. Полученное значение риска анализируется, и выбирается одна стратегия дальнейшей обработки риска, т.е. мер по достижению его приемлемого значения.

Принято различать количественный и качественный анализ рисков. Для *количественного анализа* характерно использование объективных численных характеристик. При проведении *качественного анализа*, в свою очередь, для оценки критичности активов и угроз вводится качественная неформальная или полужформальная шкала, и основной целью анализа является ранжирование угроз в соответствии с выбранными критериями.

Практика показывает, что качественный и количественный подходы к проведению анализа рисков успешно дополняют друг друга. Количественный анализ рисков носит более формальный характер, оперирует с удобными финансовыми показателями и легко поддается автоматизации – однако его проведение в полном объёме далеко не всегда возможно ввиду потребности в большом количестве точных исходных данных (стоимость активов, вероятности реализации угроз и т.п.). Напротив, качественный анализ рисков за счет своего неформального характера позволяет использовать неформальные и неточные данные, экспертные оценки и т.п. Качественный анализ является принципиально более простым и может быть выполнен в лю-

бых условиях и для любой информационной системы.

Формальные методы анализа уязвимостей программного обеспечения автоматизированных систем оперируют, в свою очередь, понятиями субъектов и объектов для формализации механизмов управления доступом в системе. На практике широко используются две формальные модели управления доступом: это Модель Харрисона-Руззо-Ульмана и модель Белла-ЛаПадулы. Обе они предлагают язык описания автоматизированных систем, допускающий проведение формальной оценки соответствия правил управления доступом в АС заранее установленным критериям.

Обе модели могут быть эффективно использованы для формальной верификации корректности реализуемой архитектуры управления доступом в автоматизированных системах специального вида. В то же время нетрудно видеть, что формальное описание реальной системы может быть чрезвычайно трудоемким (и даже не всегда возможным). С другой стороны, модели рассматривают исключительно архитектуру системы, не затрагивая вопросов практической реализации. Наконец, простота формальных моделей приводит к тому, что все они обладают принципиальными структурными недостатками – так, например, для систем, построенных на базе классической модели Белла-ЛаПадулы, характерно наличие скрытых каналов передачи информации.

Тем самым, представляет значительный интерес задача построения эффективного метода анализа уязвимостей программного обеспечения (ПО) автоматизированных систем, имеющего более универсальный характер и допускающий интеграцию с неформальным подходом к анализу и оценке уязвимостей.

Тем самым, представляет практический интерес синтез формального и неформального подходов к анализу уязвимостей программного обеспечения, который позволил бы уйти от субъективных оценок, сохранив при этом возможность практического применения соответствующих методик при проведении аудита безопасности или сертификационных испытаний автоматизированной системы. Результатом такого синтеза должна быть методика оценки анализа защищённости ПО АС, основанная на общепринятой модели анализа рисков, но обеспечивающая повторяемость анализа за счет применения строгого математического аппарата.

С учетом того, что параметры системы, влияющие на безопасность, а также показатели, связанные с оценкой рисков, носят заведомо нео-

СРЕДСТВА И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

пределённый характер, для описания соответствующих конструкций необходимо выбрать формализм, допускающий работу с недетерминированными величинами. Традиционно в моделях анализа рисков используются методы *теории вероятностей* и *математической статистики*, что связано с классическим определением риска как произведения стоимости актива на вероятность реализации некоторой угрозы.

Данный подход, на наш взгляд представляется не вполне корректным, поскольку величина, называемая «вероятностью реализации угрозы», не является вероятностью с математической точки зрения. Действительно, речь скорее идет

о некоторой неопределенности, об интуитивно ожидаемом значении – но никак не о вероятности как строгом математическом понятии.

В связи с вышеизложенным, представляется целесообразным выбрать в качестве основного формализма, используемого при описании параметров системы, влияющих на безопасность, математический аппарат *нечеткой логики* [8].

Покажем, как теория лингвистических переменных может быть использована для проведения количественной оценки защищенности программного обеспечения автоматизированных систем. Общий алгоритм процедуры оценки защищенности представлен на *рисунке 1*.

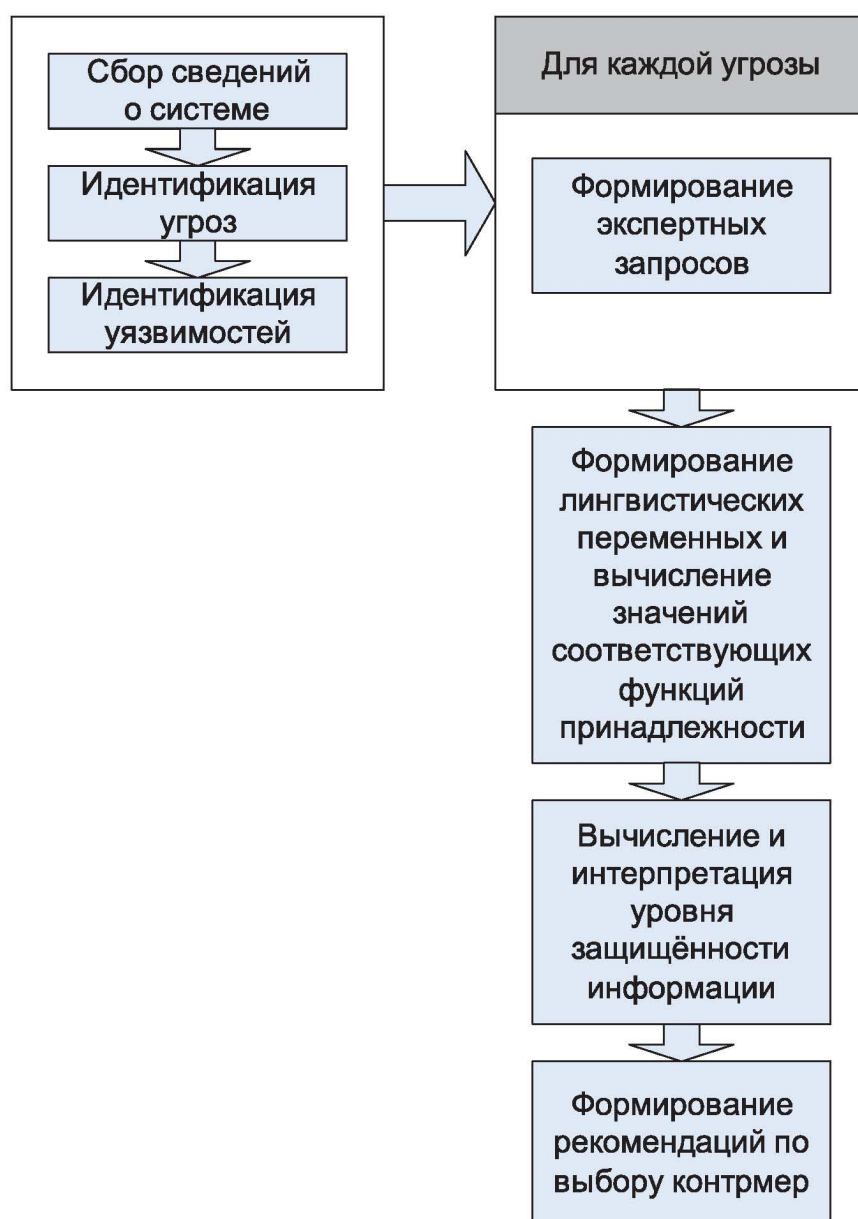


Рис. 1. Процедура оценки защищенности ПО

СРЕДСТВА И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

Экспертные запросы, формируемые экспертом на базе сведений, полученных по результатам анализа потенциальных угроз и уязвимостей системы, должны учитывать всю совокупность факторов, влияющих на реализацию каждой из угроз. В большинстве случаев перечисление таких факторов является достаточно тривиальной задачей, в то же время при практической реализации предлагаемой модели целесообразно сформировать общепринятую базу таких факторов для типовых угроз.

Лингвистические переменные должны быть максимально приближены к естественному языку описания проблематики и, по возможности, должны определяться с использованием небольшого количества термов (обычно от трех до пяти). Типовые базовые терм-множества могут выглядеть следующим образом:

- <ОЧЕНЬ МАЛЫЙ, МАЛЫЙ, СРЕДНИЙ, БОЛЬШОЙ, ОЧЕНЬ БОЛЬШОЙ>;
- <НИЗКИЙ, СРЕДНИЙ, ВЫСОКИЙ>;
- <ДОПУСТИМЫЙ, НЕДОПУСТИМЫЙ>.

Вычисление значений соответствующих функций принадлежности может быть выполнено любым из традиционно применяемых способов – например, с использованием метода лингвистических термов

Для вычисления уровня защищенности информации по каждой из угроз целесообразно, в свою очередь, использовать нечеткие правила вывода [9].

Выбор контрмер должен основываться на результатах проведенного анализа рисков и учитывать специфику бизнес-процессов организации. Необходимо отметить, что данный этап

носит скорее управленческий, нежели технический характер, поскольку в ряде случаев в качестве оптимальных контрмер будут выбраны не дополнительные технические средства защиты информации, а меры по модификации базовой структуры бизнес-процессов организации.

Нетрудно видеть, что предложенная модель в целом легко интегрируется в методологию любого из управленческих стандартов. В то же время принципиальным отличием является отказ от псевдовероятностных оценок в пользу аппарата нечеткой логики.

Литература

1. Марков А.С., Миронов С.В., Цирлов В.А. Выявление уязвимостей программного обеспечения в процессе сертификации // Известия ТРТУ, 2006 – № 7.
2. Information Security Management Handbook. Fifth Edition. – CRC Press, 2004 г.
3. Stoneburner G., Goguen A., Feringa A. Risk Management Guide for Information Technology Systems. Recommendations of the National Institute of Standards and Technology. - Special Publication 800-30, 2002.
4. ISO/IEC TR 13335-3:1998 “Information technology – Guidelines for the management of IT Security – Part 3: Techniques for the management of IT security”.
5. Марков А.С., Цирлов В.А. Управление рисками – нормативный вакуум информационной безопасности // “Открытые системы” – 2007 – №8.
6. Bell D.E., LaPadula L.J. Secure Computer Systems: Unified Exposition and Multics Interpretation.
7. Harrison M., Ruzzo W., Ullman J. Protection in operating systems. – Communication of ACM, 1976.
8. Заде Л.А.. Основы нового подхода к анализу сложных систем и процессов принятия решений. – М.: Знание, 1974.
9. Аверкин А.Н., Блишун А.Ф., Батыршин И.З. и др. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта. – М.: Наука, 1986.

ОБОСНОВАНИЕ СОСТАВА ОБЩЕГО И СПЕЦИАЛЬНОГО МАТЕМАТИЧЕСКОГО И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИЙ С ЯРОО

Сергей Иванович Шабунин

*кандидат технических наук, доцент
НИЦ БТС МО РФ, г. Санкт-Петербург*

Важнейшим аспектом обеспечения безопасности ядерно-радиационноопасных объектов (ЯРОО) является поддержание высокой готовности аварийно-спасательных служб (АСС) к действиям по ликвидации возможных последствий аварий (ЛПА) с ЯРОО. Информационно-аналитическая система (ИАС), как система поддержки принятия решений (СППР), предназначена для оказания помощи персоналу органов управления АСС, аналитикам, начальникам аварийно-спасательных формирований (АСФ), ответственным за принятие решений на различных уровнях при авариях, т.е. в не структурируемых или слабо структурируемых ситуациях выбора. ИАС выступает в роли помощника, который позволяет расширить способности человека, но не заменяет его мнение или систему предпочтений, так как предназначена для использования в ситуациях, когда процесс принятия решений не может быть полностью формализован, автоматизирован и реализован на ЭВМ [1].

Общее и специальное математическое и программное обеспечение (СМПО) ИАС должно разрабатываться как единый программный комплекс, представляющий собой набор взаимодействующих программ, согласованных по функциям и форматам как инструмент для решения поставленных задач. Чтобы стать частью программного комплекса, синтаксис и семантика ввода и вывода отдельных программ должны удовлетворять точно определенным интерфейсам. Программы должны быть разработаны таким образом, чтобы использовать заранее предусмотренный объем ресурсов – объем памяти, устройства ввода/вывода, процессорное время. При разработке к СМПО предъявляются следующие требования по точности и способам обработки результатов:

- представление данных в удобной для пользователя форме в соответствии с функциональным назначением каждого АРМ;

- поиск, обновление, хранение и интегрирование данных в режиме коллективного пользования без сбоев и искажения;

- достоверность операций записи–извлечения данных из БД, ее хранение с минимально необходимой избыточностью;

- автоматический контроль непротиворечивости и полноты вводимой информации;

- адаптируемость к изменению информационных потребностей АРМ.

В общем случае процесс выработки и принятия решения можно представить как совокупность мероприятий по:

- получению информации об аварии;

- анализу и обработке полученной информации;

- анализу имеющихся данных;

- выработке решения на те или иные действия;

- прогнозу и оценке последствий выработанных действий, а также их эффективности;

- утверждению и принятию выработанных решений к действию.

Для решения вышеперечисленных мероприятий используется достаточно широкий спектр информационных источников, в том числе:

- опыт развития различных аварийных ситуаций и мероприятий по их ликвидации;

- нормативно-методическая база по действиям сил при ЛПА;

- результаты его аналитического осмысления;

- различные модели развития аварийных ситуаций и результаты моделирования;

- возможности сил и средств для ЛПА;

ИНФОРМАЦИОННО – РАСЧЕТНЫЕ СИСТЕМЫ

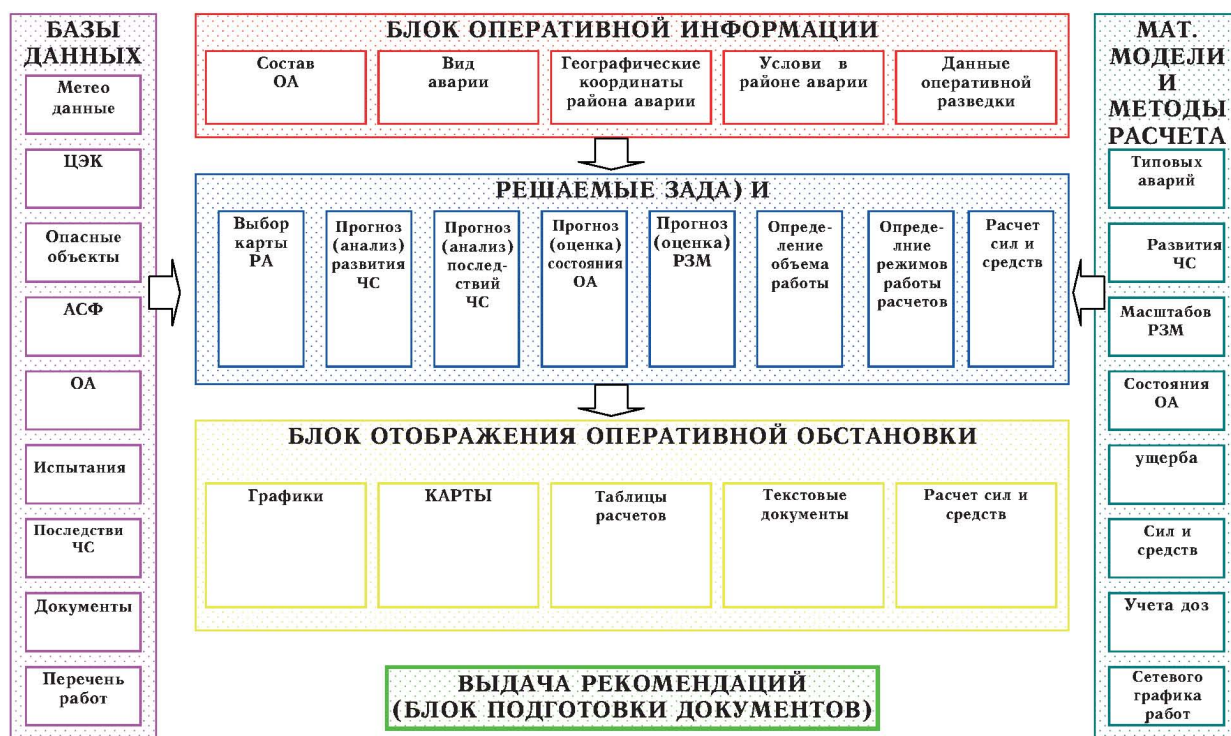


Рис. 1. Структура и состав СМПО ИАС

□ опыт и знания экспертов по решению задач, возникающих в различной обстановке развития аварийных ситуаций и т.д.

Лица, принимающие решения, должны учитывать множество различных характеристик и параметров. Кроме того, сами решения вырабатываются в условиях ограниченных временных ресурсов. В ходе принятия этих решений используются достаточно большие объемы информационных элементов различных типов: формализованные документы и документы на естественном языке, массивы числовых данных, графические и картографические образы и т.д. Характерным является то, что в процессе принятия решений в сжатые сроки должно быть учтено большое количество разноплановых данных и факторов, не имеющих однозначной аналитической связи, и подготовлены обоснования (решения) на основе имеющегося опыта, полученного в результате проведения экспериментов, учений, сборов, игр и т.п.

Исходя из выше сказанного можно сделать вывод, что для автоматизации процесса выработки и принятия решения при ЛПА необходимо иметь некий набор программно-аппаратных средств, позволяющих в кратчайшие сроки обрабатывать и обновлять массивы информации большого объема, осуществлять быстрый обмен информацией между различными пользователя-

ми, а также разработку и размножение необходимых документов в потребном количестве.

Структура и состав этих программно-аппаратных средств определяются характером задач, решаемых органами управления при ЛПА. Исходя из этого общая структура и состав СМПО, необходимого для обеспечения работы ИАС, должны включать в себя следующие основные элементы (рисунки 1):

- набор соответствующих банков данных;
- программные средства ввода оперативной информации;
- набор необходимых математических моделей и методов расчета, и реализованные на их основе расчетные программы;
- блок отображения оперативной обстановки на основе ГИС-технологий;
- систему документооборота.

Учитывая многообразие решаемых при ЛПА задач, структуру СМПО ИАС целесообразно строить по принципу создания специализированных предметно ориентированных программных модулей, направленных на решения задач, в соответствии с функциональной и информационной моделями [2]. Тогда в состав СМПО должны входить:

1. Банки данных, включающие:

- электронный банк данных конструктивных элементов объектов аварии (ОА), содержа-

ИНФОРМАЦИОННО – РАСЧЕТНЫЕ СИСТЕМЫ

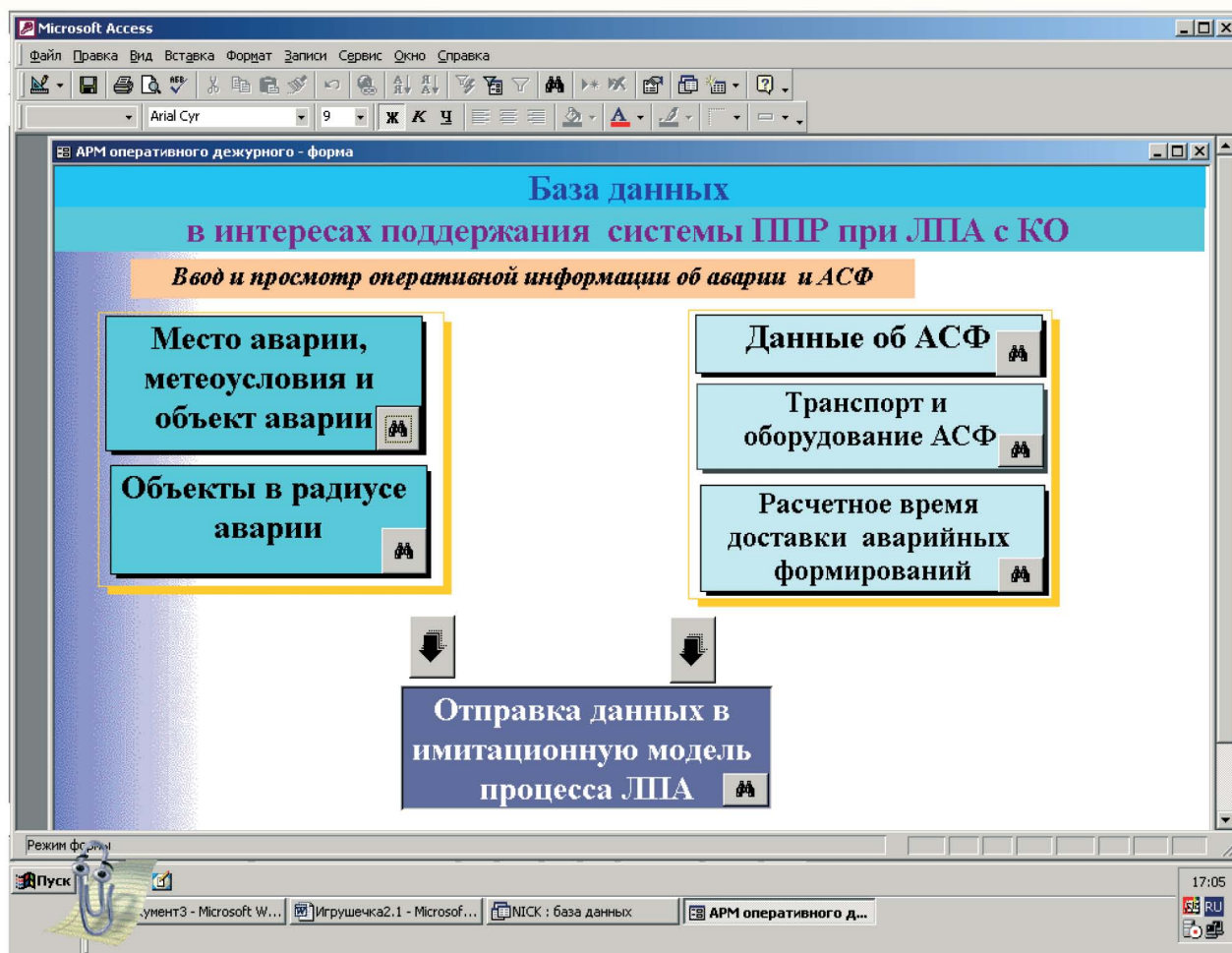


Рис. 2. Фрагмент БД оперативной информации, используемой в ИАС

щий векторизованные чертежи и технические характеристики как ОА в целом, так и их составных элементов и узлов;

- электронный банк данных конструктивных элементов транспортных средств, содержащий векторизованные чертежи и технические характеристики как транспортных средств в целом, так и их составных элементов и узлов;

- электронные карты местности вокруг потенциально опасных объектов (мест хранения, маршрутов транспортировки) с наличием схем зданий, сооружений, хранилищ, географической, пространственной и другой информации, характеризующей возможные районы аварии.

- состав, структуру, оснащенность и оперативную готовность АСФ, входящих в состав АСС, местоположение сил и средств ЛПА различных министерств (ведомств) на текущий момент времени;

- электронную базу знаний по нормативной документации, регламентирующей действия при ЛПА;

- электронный банк данных структуриро-

ванной информации по возможным последствиям аварий;

- электронный банк данных по оперативной информации, используемой при ЛПА.

Фрагмент такой БД отображен на *рисунке 2*.

2. Набор расчетных программ, включающий:

- Модуль прогноза и оценки радиационной обстановки.

Позволяет производить предварительный и точный прогноз зон РЗМ, а также осуществляет обработку данных радиационной разведки для расчета уточненных зон РЗМ и выдает рекомендации на доразведку. Результаты расчетов передаются оператору оперативной информации и картографирования развития обстановки в районе аварии для нанесения на электронную карту местности (*рисунк 3*). Необходим для выработки рекомендаций по: принятию мер по эвакуации населения; типу используемых СИЗ; режиму работы на РЗМ.

- Модуль ГИС пространственного анализа и обработки результатов дистанционного зондирования.

Предназначен для проведения расчетов с использованием электронных карт местности, анализа векторной информации, получаемой из различных источников путем создания тематических слоев в рамках геоинформационных технологий (рисунк 4).

- Модуль учета и расчета доз облучения личного состава, работающего в зоне чрезвычайной ситуации (ЗЧС). Позволяет постоянно контролировать дозы, полученные личным составом АСФ, работающего в ЗЧС, для предотвращения его переоблучения, осуществлять допуск личного состава в ЗЧС в соответствии с полученными ими ранее дозами и планируемой дозой облучения, контролировать время пребывания личного состава в ЗЧС.

- Модуль инженерной поддержки решений начальника ОГР.

Позволяет осуществлять на основе прикладных программ и поступивших данных разработку конкретных методик по обеспечению доступа к аварийным объектам, вскрытию транспортных средств, извлечению из них аварийных ОА и т.п.

Каждый программный модуль должен иметь в своем составе соответствующее ПО, позволяющее решать специфические задачи, отвечающие предназначению каждого модуля. К такому программному обеспечению относятся [3]:

- Расчетные и прикладные программы, позволяющие производить:

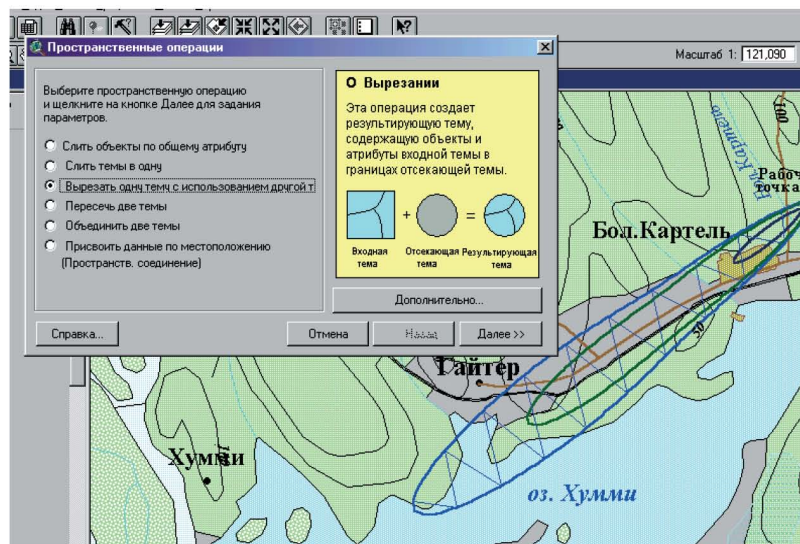


Рис. 4. Фрагмент модуля ГИС пространственного анализа используемой в ИАС

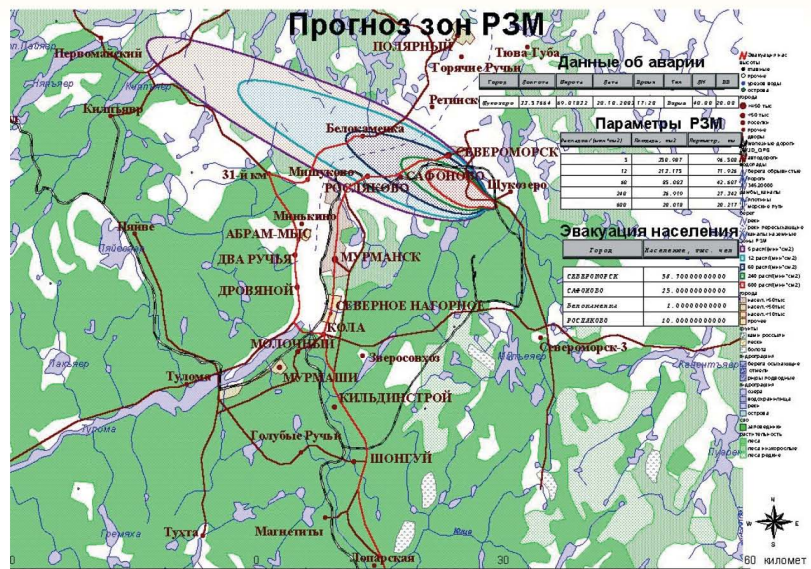


Рис. 3. Фрагмент модуля прогноза и оценки радиационной обстановки

- прогноз возможного уровня заражения и поражения персонала и населения при радиационных авариях различных типов;
- прогноз возможного поражения персонала в зависимости от условий обстановки и характера выполняемых работ;
- прогноз доз внешнего облучения личного состава команд сопровождения в момент аварии и в ближайшее время после нее;
- прогноз загрязнения окружающей среды с учетом метеословий и характера местности в районе аварии;
- расчет и выбор сил и средств, необходимых для ЛПА, в том числе:

- ♦ сил оцепления;
- ♦ инженерно-технических средств (для прокладки подъездных путей, разбора завалов и т.п.);
- ♦ пожарных расчетов;
- ♦ сил и средств доступа в аварийные транспортные средства;
- ♦ сил и средств проведения погрузочно-выгрузочных работ;
- ♦ сил и средств дезактивации техники и санобработки персонала;
- ♦ сил и средств дезактивации местности;
- ♦ сил и средств обеспечения жизнедеятельности персонала в районе аварии;
- расчет маршрутов движения АСФ в район аварии и ориентировочных времен прибытия различными видами транспорта;
- оповещение АСФ о факте аварии,

ИНФОРМАЦИОННО – РАСЧЕТНЫЕ СИСТЕМЫ

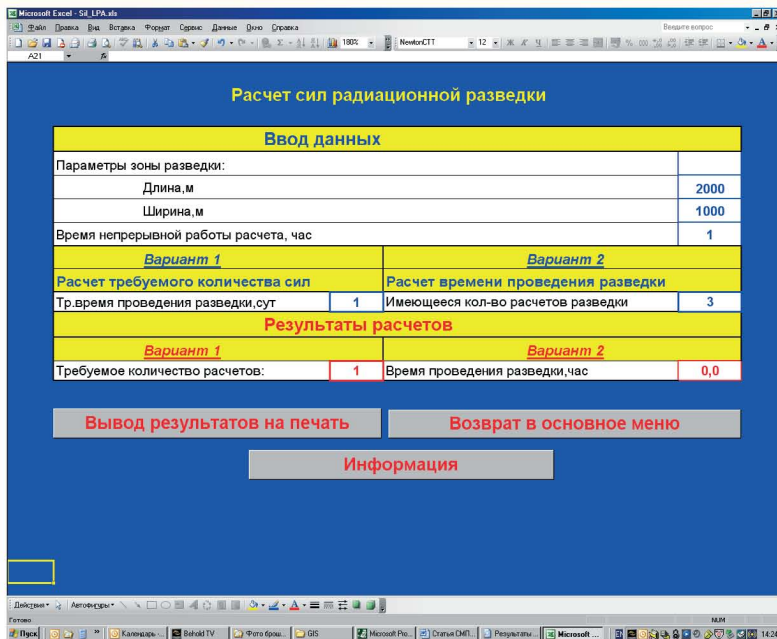


Рис. 5. Модуль расчета сил и средств радиационной разведки

- выдача распоряжений на убытие в район аварии;
- расчет допустимого времени пребывания персонала на загрязненной местности с учетом средств защиты;
- расчет сил и средств, необходимых для проведения радиационной разведки местности (рисунки 5);
- расчет сил и средств, необходимых для эвакуации персонала и населения прилегающих населенных пунктов;
- расчет сил и средств, необходимых для оказания медицинской помощи персоналу и населению;
- расчет маршрутов движения расчетов радиационной разведки;
- оценку масштабов и характера радиационного загрязнения при радиационных авариях по результатам радиационной разведки;
- расчет и разработку схем доступа к аварийным ОА, находящимся в аварийном транспортном средстве в нештатных ситуациях;
- расчет маршрутов эвакуации аварийных ОА;
- разработку плана мероприятий ЛПА, контроль выполнения мероприятий и разработ-

ку сетевого графика работ по ЛПА, отображение хода ЛПА в реальном масштабе времени (рисунки 6).

3. Блок отображения оперативной информации, в том числе:

- отображение обстановки в районе аварии с использованием электронной карты, а также возможностью оперативного отображения изменений обстановки по наряду сил и средств ЛПА (рисунки 7);
- отображение положения подвижных объектов, в том числе расчетов радиационной разведки, в реальном масштабе времени и их географической привязке при использовании сопряженной с компьютером аппаратуры определения координат по спутникам;
- обработка, отображение и архивация визуальной информации, получаемой в процессе ЛПА;

- текстовые редакторы для подготовки различной документации (распоряжений, донесений, докладов, справок и т. п.) с возможностью использования заранее разработанных типовых форм документов.

Эффективность использования СМПО, разработанного на основе изложенных выше принципов была неоднократно подтверждена при проведении ряда командно-штабных сборов, учений, тренировок по решению вопросов ЛПА.

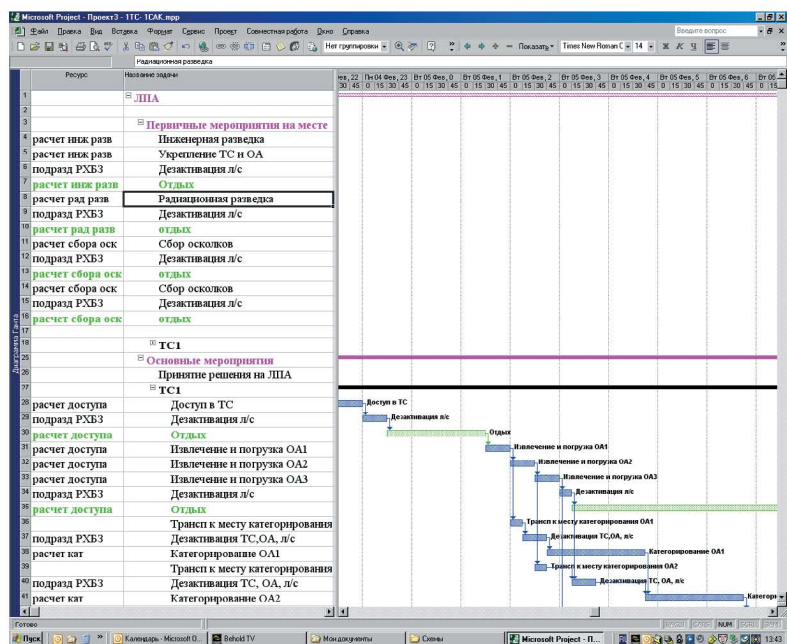


Рис. 6. Расчет сетевого графика работ по ЛПА

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕКТОРНЫХ ПОЛЕЙ УСКОРЕНИЙ И СКОРОСТЕЙ ЧАСТИЦ ВОЗДУХА В ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ БЫСТРОМАШУЩЕГО КРЫЛА

Темир Хусаинович Ахмедов
кандидат технических наук

Алина Сергеевна Пономарёва
кандидат физико-математических наук

МОУ «Институт инженерной физики»

Конец XX и начало XXI веков отмечены существенными изменениями в развитии авиации – созданием *беспилотных летательных аппаратов* (БЛА). Большинство аппаратов изготовлено по самолетной и вертолетной схемам [1, 2]. Достоинства БЛА, созданных по самолетной схеме: относительная дешевизна конструкции, маневренность и большие скорости полета. Однако для эксплуатации этих аппаратов требуются взлетно-посадочные полосы или наземные комплексы с самоходными пусковыми установками и транспортно-заряжающими машинами, парашютная система приземления. К недостаткам рассматриваемых аппаратов можно отнести также невозможность их зависания и маневрирования на малых высотах.

Известны также БЛА, изготовленные по вертолетной схеме. Их эксплуатационные свойства во многом противоположны свойствам аппаратов, созданных по самолетной схеме. Они не нуждаются во взлетно-посадочных полосах, могут зависать, вертикально взлетать и приземляться, летать на малых высотах с огибанием профиля местности и встречающихся препятствий. Но по скоростным качествам, маневренности эти аппараты значительно уступают БЛА, созданным по самолетной схеме.

Поэтому определенный интерес может быть связан также с возможностью создания летательных аппаратов с использованием движителей, подобных природным аналогам, в частности, движителям быстромашущих насекомых из отрядов двукрылых и перепончатокрылых (пчёл, ос, мух, комаров), которые в ходе длительной эволюции достигли высокого совершенства. Но малые размеры насекомых, большие частоты маховых движений их крыльев, нестационар-

ность аэродинамических процессов осложняют изучение движителей природных аналогов. Открытым остается также вопрос, связанный с раскрытием физической сущности тех явлений, которые происходят в пограничном слое быстромашущего крыла.

В данной работе особенности пограничного слоя рассматриваются с учетом макро- и микрообразований на поверхности крыльев быстромашущих насекомых.

Упрощенная кинематическая схема маховых движений сечения крыла быстромашущего насекомого изображена на *рисунке 1* [3]. Траекторию движения этого сечения принято изображать в виде наклоненной замкнутой петлеобразной линии.

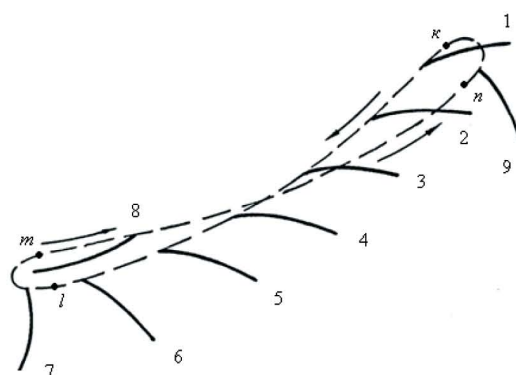


Рис. 1. Упрощенная кинематическая схема движений сечения крыла быстромашущего насекомого

Рассматриваются следующие фазы движения сечения крыла:

○ *max* – движение сечения от точки “к” к точке “г”;

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ

○ *взмах* – движение сечения от точки “m” к точке “n”;

○ *супинация* – движение сечения от точки “l” к точке “m”;

○ *пронация* – движение сечения от точки “n” к точке “k”.

Для обеспечения режима висения насекомого на одном месте или его вертикального взлета взмах крыла должен производиться во флюгерном режиме, супинация и пронация происходят автоматически под действием инерционных сил. Иначе могут возникнуть боковые составляющие аэродинамических сил. Отсюда следует, что для создания подъемной силы, уравновешивающей вес насекомого, импульс подъемной силы должен быть создан в фазе маха крыла. Но по оценочным расчетам, если мах крыла производить даже с постоянным максимально допустимым углом атаки, то на тех частотах, с которыми совершаются маховые движения, среднее значение подъемной силы за цикл меньше веса насекомого. Следовательно, напрашивается вывод о необходимости совмещения маха и принудительного супинационного вращения крыла.

Поэтому представляется, что в фазе маха сечение крыла на пути движения от точки «k» к точке «l» одновременно также супинирует, последовательно занимая положения 1–6. В конце опускания происходит торможение, что приводит к автоматическому вращению крыла относительно его продольной оси под действием собственных инерционных сил и завершению фазы супинационного вращения крыла.

Взмах крыла на пути движения его сечения от точки «m» к точке «n» происходит во флюгерном режиме. При движении от точки «n» к точке «k» крыло автоматически пронарует под действием собственных инерционных сил.

Проведенные эксперименты [3] показывают, что угол установки сечения крыла в плоскости маховых движений увеличивается до 180° , а угол атаки превышает критические значения, что должно привести к срывным явлениям. Однако следует обратить внимание на ряд морфологических особенностей крыльев быстромашущих насекомых.

В частности, поверхность крыльев высших групп насекомых из отрядов двукрылых и перепончатокрылых покрыта сплошным слоем однотипных выростов (микрообразований), коррелятивно ориентированных с расположением желобков и бороздок (макрообразований) [4].

В результате компьютерного моделирования установлено, что между этими микрообразованиями и процессами, происходящими в пограничном слое на поверхности быстромашущего

крыла, существует тесная связь [5]. Разработаны расчетные схемы и методики расчета кинематических параметров пограничного слоя на поверхности крыльев как для природных объектов (муха *Phormia regina* и комар род *Anopheles*), так и для летательного аппарата. Результаты проведенных вычислений представлены в виде таблиц и векторных полей ускорений и скоростей частиц воздуха в пограничном слое быстромашущего крыла.

В качестве примера на *рисунках 2 и 3* изображены векторные поля ускорений, возникающих на поверхности крыла комара в фазе маха и при супинационном вращении крыла. На *рисунке 4* представлено векторное поле сумм этих ускорений. Как видно, наблюдается отклонение векторов ускорений к концу и задней кромке крыла. Сближение направлений сумм векторов центробежных ускорений на данном рисунке с направлением жилок крыла позволяет сделать следующий вывод.

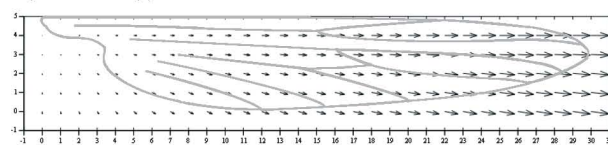


Рис. 2. Векторное поле радиальных центробежных ускорений на поверхности крыла комара в фазе маха

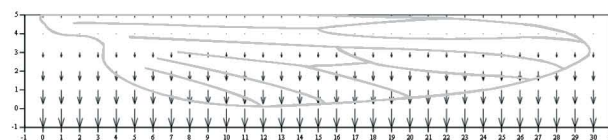


Рис. 3. Векторное поле центробежных ускорений вдоль хорды на поверхности крыла комара при его супинационном вращении

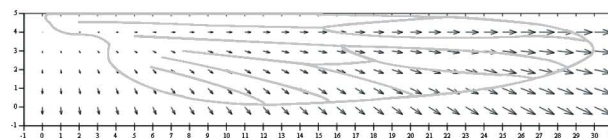


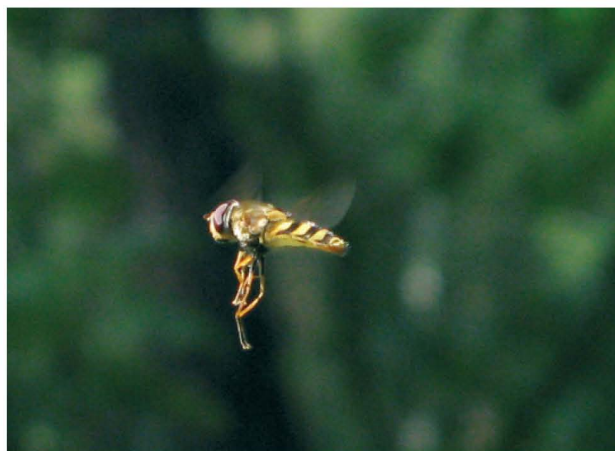
Рис. 4. Векторное поле сумм радиальных центробежных ускорений и ускорений вдоль хорды на поверхности крыла комара, возникающих при его махово-супинационном движении

Взаимодействие сил вязкого трения и инерции при махово-супинационном движении крыла способствует затормаживанию частиц воздуха, которые, опускаясь все ниже в пограничном слое, должны непрерывно изменять направление своего движения, приближаясь к направлению результирующего вектора центробежных ускорений в каждой точке крыла. В итоге под действием инерционных сил замедляется процесс «набухания» пограничного слоя и его отры-

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ

ва от поверхности крыла. Поскольку энергия в пограничный слой подводится благодаря трению непосредственно от крыла насекомого, а не от внешнего источника, данный механизм назван механизмом сброса пограничного слоя [3] в отличие от механизма отсоса и сдува пограничного слоя, имеющего место на крыльях птиц-парителей [6].

Компьютерное моделирование динамических процессов, происходящих в пограничном слое быстромашущего крыла, позволило установить следующие закономерности.



1. В отличие от картины стационарного обтекания поступательно перемещающегося крыла, течение в пограничном слое быстромашущего крыла формируется не только силами вязкости, но также инерционными силами, возникающими при его вращательных движениях. Эти силы создают относительные ускорения и совершают работу по перемещению частиц воздуха по всему объему пограничного слоя, образуя организованное трехмерное течение. При этом энергия в пограничный слой подводится непосредственно от крыла, угловые скорости вращения которого в фазах маха и супинационного вращения, например для быстромашущих насекомых, равны нескольким тысячам рад/с.

2. Величины ускорений в пограничном слое достигают сотен g , что способствует в слоях воздуха, непосредственно примыкающих к поверхности крыла, отбрасыванию частиц воздуха к задней кромке и концу крыла. Взамен к нижним слоям притекают новые частицы воздуха с верхних слоев, предотвращая набухание пограничного слоя.

3. Подбором соотношения угловых скоростей в фазах маха и супинационного вращения крыла может быть достигнута схожесть направлений векторов ускорений и жилок (образующих силовой каркас) на поверхности крыла аэрионта.

4. Модули векторов радиальных инерцион-

ных центробежных ускорений в фазе маха увеличиваются в направлении от комля к концу крыла и от передней к задней кромке крыла. Углы между продольной осью крыла и этими векторами увеличиваются в направлении от конца крыла к его комлю. Аналогичная закономерность наблюдается также для инерционных кориолисовых ускорений.

Модули радиальных инерционных центробежных ускорений при супинационном вращении крыла увеличиваются с ростом отношения угловых скоростей этого вращения и махового движения крыла.

5. Если принять систему координат, движущуюся вместе с крылом, за основную систему отсчета, установлено, что не только модули, но и направления векторов относительных скоростей частиц воздуха над каждой точкой крыла изменяются по высоте пограничного слоя. На высотах, расположенных ближе к верхней границе слоя, модули векторов максимальны, направления векторов ориентированы в сторону течения внешнего потока. В нижних высотах их модули минимальны, а направления близки к направлениям ускорений, возникающих на поверхности крыла.

6. Наибольшее влияние на модули векторов относительных скоростей пограничного слоя оказывают радиальные инерционные центробежные ускорения, действующие в направлении от комля к концу крыла и от продольной оси крыла к задней его кромке.

На всех высотах пограничного слоя наблюдаются максимальные значения модулей относительных скоростей частиц воздуха над задней, а не передней кромкой крыла, то есть в той зоне, где начинается отрыв пограничного слоя при поступательном движении крыла.

7. Если в фазе маха в какой-либо точке быстромашущего крыла спроектировать на его поверхность скрещивающиеся векторы относительных скоростей двух частиц воздуха, расположенных над этой точкой на двух разных высотах так, что один из векторов находится в пограничном слое, а второй – над слоем, то между проекциями этих векторов образуется угол. Его величина в любой точке крыла от продольной его оси вращения до задней кромки мало отличается от некоторой средней величины, которую можно принять за константу. Эта константа зависит от удлинения крыла и соотношения угловых скоростей вращения крыла в фазах супинации и маха. В энтомологии она может быть использована при классификации насекомых.

Действие рассмотренного механизма сброса напоминает функционирование механизма от-

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ

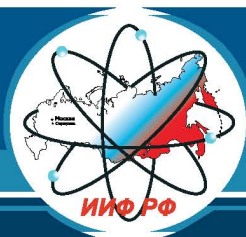
соса пограничного слоя с поверхности крыла. Объёмы отбрасываемого с поверхности крыла воздуха вследствие центробежного эффекта или его отсасывания являются основными факторами, определяющими эффективность функционирования механизмов. Поэтому при разработке математических моделей внешнего обтекания крыла граничные условия дифференциальных уравнений должны быть определены с учётом тех явлений, которые возникают в пограничном слое при действии инерционных сил.

Таким образом, в ходе длительной эволюции в природе был создан эффективный механизм, позволивший крылу выйти на закритические углы атаки и многократно увеличить его несущие способности. Благодаря этому живыми существами были освоены такие энергоёмкие режимы полета, как зависание, вертикальные взлет и приземление в сочетании со скоростным ма-

невренным перемещением в пространстве. Сейчас это недоступно для выполненных по классическим схемам современным БЛА.

Литература

1. Военный парад. – №4 (58), 2003. – 121 с.
2. Материалы Международной научно-практической конференции «Современные технологии – ведущее звено в возрождении отечественного авиастроения», том 1, Казань, 12-13 августа 2008 г. – 436 с.
3. Ахмедов Т.Х. Научно-методический аппарат моделирования быстромашущего двигателя перспективных летательных аппаратов: Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Серпухов, 2003. – 219 с.
4. Соколов В.Е., Бочарова-Месснер О.М., Евгеньева Е.И. Адаптивные свойства эпителия и его производных. – М.: Наука, 1979. – С.72–73, 96–97.
5. Ахмедов Т.Х. Особенности аэродинамических процессов крыльев быстромашущих аэробиянтов и летательных аппаратов. – Серпухов, 2008. – 152 с.
6. Виноградов И.Н. Аэродинамика птиц-парителей. – М., 1951. – С. 46–50.



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



Монтаж и техническое
сопровождение проектов
в области структурированных
кабельных систем,
включая средства
офисной телефонии

УПРАВЛЕНИЕ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ УСЛУГ

Предоставление
услуг передачи
данных
(создание корпоративных
сетей в
г. Серпухове
и Серпуховском
районе)

Доступ в Интернет
по выделенным каналам
Предоставление
услуг IP-телефонии
Строительство
городской
телекоммуникационной
сети

**МЕТОД ОПТИМИЗАЦИИ
ПОРЯДКА ПРИМЕНЕНИЯ
РАЗЛИЧНЫХ СТРАТЕГИЙ
МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА
НА ОСНОВЕ МАКСИМИЗАЦИИ
ВЕРОЯТНОСТИ БЕЗДЕФЕКТНОГО
ЗАВЕРШЕНИЯ ПРОЦЕССА
ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ**

ОАО «РЖД»

Евгений Александрович Михеев
кандидат технических наук

В настоящее время особую актуальность приобретает оперативная коррекция как состава стратегий менеджмента качества, используемых для обеспечения бездефектности процесса производства продукции, так и порядка использования их вариантов, с целью достижения максимума вероятности его бездефектного завершения. Поэтому данная статья посвящена разработке методики определения оптимального, в смысле максимума вероятности бездефектного завершения процесса производства продукции, порядка применения различных вариантов стратегий менеджмента качества.

Для расчета вероятностей бездефектного завершения этапов производственного процесса с учетом условных (при условии использовании определенных стратегий менеджмента качества) вероятностей их бездефектного завершения, а также безусловных вероятностей как применения сотрудниками службы качества вариантов стратегий менеджмента качества, так и проявления различных дестабилизирующих производственный процесс факторов, можно воспользоваться следующими формулами:

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

где $r_{ij} = P(A_i | B_{ij})$ – условная вероятность бездефектного завершения i -го этапа, при условии выбора для его обеспечения j -й стратегии менеджмента качества (комплексов предупреждающих и корректирующих действий),
 $q_{ij} = P(B_{ij})$ – безусловная вероятность выбора из возможных вариантов j -й стратегии менеджмента качества для обеспечения i -го этапа, то есть частота, с которой она выбирается;

$$P = \prod_{i=1}^n \left[\sum_{j=1}^{k_i} P(A_i | B_{ij}) P(B_{ij}) \right] = \prod_{i=1}^n \left[\sum_{j=1}^{k_i} r_{ij} q_{ij} \right], \quad (2)$$

$$P(A_i) = \sum_{j=1}^{k_i} \sum_{t=1}^{n_i} P(A_i | B_{ij} | \Pi_{it}) P(B_{ij}) P(\Pi_{it}) = \sum_{j=1}^{k_i} \sum_{t=1}^{n_i} d_{ijt} q_{ij} w_{it}, \quad (3)$$

$$P = \prod_{i=1}^N \left[\sum_{j=1}^{k_i} \sum_{t=1}^{n_i} P(A_i | B_{ij} | \Pi_{it}) P(B_{ij}) P(\Pi_{it}) \right] = \prod_{i=1}^N \left[\sum_{j=1}^{k_i} \sum_{t=1}^{n_i} d_{ijt} q_{ij} w_{it} \right] \quad (4)$$

Вероятность $w_{it} = P(\Pi_{it})$ определяет частоту проявления на i -ом этапе рассматриваемого производственного процесса l -го варианта набора факторов, дестабилизирующих процесс производства продукции.

Вышеупомянутые условные вероятности бездефектного завершения этапов производственного процесса $r_{ij} = P(A_i | B_{ij})$ и $d_{ijt} = P(A_i | B_{ij} | \Pi_{it})$ могут быть вычислены с использованием известных моделей и методик [1] и в конечном итоге сводятся в таблицы, а безусловные вероятности $P(B_{ij}) = q_{ij}$ и $P(\Pi_{it}) = w_{it}$ ($i = 1, \dots, N; j = 1, \dots, k_i; t = 1, \dots, n_i$) являются в общем случае варьируемыми величинами (переменными). При этом их значения следует выбирать в рамках общепринятого математического подхода, ориентируясь на наилучший с точки зрения критерия эффективности вариант, рассматривая их либо как антагонистически управляемые переменные, либо по ним необходимо усреднять критерий эффективности, когда мы их в силу априорной неопределенности считаем случайными факторами [2]. В итоге на них накладываются ограничения, естественные для вероятностей событий образующих полную группу, то есть:

$$0 \leq w_{it} \leq 1; t = 1, \dots, n_i; \sum_{t=1}^{n_i} w_{it} = 1 \text{ для любого } i = 1, \dots, N. \quad (5)$$

Напротив, выбор оптимальных значений величин q_{ij} , максимизирующих критерий эффективности, составляет в конечном итоге суть процесса оптимизации порядка выбора из возможных вариантов стратегий менеджмента качества, используемых сотрудниками службы качества при обеспечении бездефектности процесса производства и его этапов. На них, аналогично (5) следует наложить естественные ограничения:

$$0 \leq q_{ij} \leq 1; j=1, \dots, n_i; \sum_{j=1}^{n_i} q_{ij} = 1, \quad (6)$$

для любого $i=1, \dots, N$.

Основную сложность при постановке задачи оптимизации порядка применения стратегий менеджмента качества, используемых сотрудниками службы качества при обеспечении бездефектности процесса производства, представляет задание стоимостных ограничений. Дело в том, что множества вариантов предупреждающих или корректирующих действий, предусмотренных СМК в условиях той или иной производственной ситуации, используемые на различных этапах производственного процесса, могут как не пересекаться или пересекаться, так и просто совпадать. Данный факт обуславливает возможность использования одного и того же предупреждающего или корректирующего действия на различных этапах производственного процесса, которое в свою очередь затрудняет оценку общей стоимости применяемого для обеспечения бездефектности производственного процесса набора стратегий менеджмента качества, представляющих собой комплексы предупреждающих и корректирующих действий. Это значительно усложняет формализацию получения такой оценки и приводит к оптимизационной задаче, разрешимой в общем случае лишь путем полного перебора всех различных вариантов в дискретном случае (величины q_{ij} изменяются с некоторым фиксированным дискретом), а при непрерывном изменении вероятностей q_{ij} – становится численно практически неразрешимой [3].

Поэтому для преодоления возникшей вышеописанной трудности введем понятие удельной амортизационной стоимости предупреждающего или корректирующего действия, что позволяет нам получить аддитивные ограничения стоимости используемых стратегий менеджмента качества на каждом из этапов производственного процесса.

Пусть: C – стоимость конкретного используемого сотрудниками службы качества при обеспечении бездефектности производственного процесса предупреждающего или корректиру-

ющего действия, т.е. затраты на его оснащение, документирование, подготовку специалистов для его осуществления и иные затраты, связанные с его подготовкой и реализацией; T – среднее время его использования при организации производственного процесса (например, продолжительность серийного выпуска конкретного образца продукции), а t – предписанная системой менеджмента качества или плановая периодичность применения рассматриваемого предупреждающего или корректирующего действия, т.е. среднее время между актами его использования. Будем считать, что затраты на проведение предупреждающего или корректирующего действия распределяются равномерно в течение всего срока выпуска образца продукции. Такое допущение на практике является вполне приемлемым. Тогда удельная амортизационная стоимость однократного применения этого предупреждающего или корректирующего действия можно оценить по формуле:

$$C_{уд} = \frac{C \cdot t}{T}. \quad (7)$$

Естественно, формула (7) является очень приближенной и упрощенной. Ее можно уточнить, вводя различные значения t для различных этапов и стратегий менеджмента качества, т.е. комплексов предупреждающих и корректирующих действий. Однако смысл ее от этого не изменится. Таким образом, если мы сложим удельные амортизационные стоимости предупреждающих и корректирующих действий, входящих в j -ую стратегию менеджмента качества, используемую на i -ом этапе производственного процесса, то получим удельную амортизационную стоимость c_{ij} j -ой стратегии менеджмента качества для i -го этапа. Учитывая безусловные вероятности q_{ij} применения j -ой стратегии менеджмента качества на i -ом этапе, получаем стоимость C_i обеспечения бездефектности i -го этапа как ее математическое ожидание:

$$C_i = \sum_{j=1}^{k_i} c_{ij} q_{ij}. \quad (8)$$

Тогда итоговую стоимость обеспечения бездефектного выполнения этапа производственного процесса можно посчитать по формуле:

$$C = \sum_{i=1}^N C_i = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{k_i} c_{ij} q_{ij} \quad (9)$$

Отметим, что необходимые данные для вычисления удельной амортизационной стоимости однократного применения конкретного предупреждающего или корректирующего действия по формуле (7) или ее уточненному варианту

(при необходимости учета специфики конкретного этапа и конкретного состава используемой стратегии менеджмента качества), как правило, содержатся в технико-экономических обоснованиях и сметах расходов на разработку и внедрения систем менеджмента качества. Это позволяет удельные амортизационные стоимости однократного применения стратегий менеджмента качества c_{ij} просто затабулировать.

Теперь приступим непосредственно к постановке задачи оптимизации порядка применения обеспечивающих бездефектность производственного процесса стратегий менеджмента качества на основе максимизации вероятности бездефектного завершения производственного процесса с учетом стоимостных ограничений путем выбора оптимальных значений безусловных вероятностей q_{ij} применения j -й стратегий менеджмента качества на i -ом этапе ($j=1, \dots, k_i; i=1, \dots, N$).

Итак, мы обозначили через P вероятность бездефектного завершения производственного процесса, а через C – стоимость его менеджмента качества. В качестве критерия эффективности системы менеджмента качества производственного предприятия целесообразно выбрать вероятность бездефектного завершения производственного процесса P .

Остается обозначить через C_0 максимально допустимую величину стоимости менеджмента качества производственного процесса, определяемую из экономических возможностей службы качества предприятия. Тогда задача оптимизации будет иметь вид:

$$P \rightarrow \max \text{ при } C \leq C_0. \quad (10)$$

Если на практике появляется необходимость минимизировать стоимость менеджмента качества производственного процесса, то следует задать минимально допустимую вероятность его бездефектного завершения P_0 , тогда задача оптимизации, двойственная к задаче (10) будет иметь вид:

$$C \rightarrow \min \text{ при } P \geq P_0. \quad (11)$$

Также при оценке эффективности менеджмента качества производственного процесса по широко известному [4] критерию эффективность/стоимость задача оптимизации преобразуется в:

$$P/C \rightarrow \max. \quad (12)$$

Однако, наиболее приемлемым с практической точки зрения, критерием эффективности менеджмента качества производственного процесса является вероятность его бездефектного завершения, а задачу оптимизации порядка применения обеспечивающих бездефектность производственного процесса стратегий менеджмента качества, т.е. комплексов предупреждающих и корректирующих действий, наиболее

целесообразно ставить в виде (10). Постановка ее в виде (11) целесообразна лишь в случае, когда имеют место значительные финансовые трудности, а значение P_0 близко к единице. Постановка оптимизационной задачи в виде (12) с точки зрения общепринятой теории оценки эффективности [3] является классикой, однако, с практической точки зрения, применительно к выпуску особо ответственной аппаратуры (например, обеспечивающей безопасность движения поездов) – малосодержательной. Такая постановка рассматриваемой оптимизационной задачи в целом ряде случаев приводит к оптимальным решениям, характеризующимся невысокой вероятностью бездефектного завершения производственного процесса при относительно скромных затратах на функционирование системы менеджмента качества.

Учитывая формулы (2), (9) и ограничения (6), оптимизационная задача (10) принимает вид:

$$P_{\max} = \max_{q_{ij}} \prod_{i=1}^N \left[\sum_{j=1}^{k_i} r_{ij} q_{ij} \right],$$

$$\text{при } \sum_{j=1}^{k_i} q_{ij} = 1; \quad \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{k_i} c_{ij} q_{ij} \leq C_0; \quad (13)$$

$$0 \leq q_{ij} \leq 1; \quad j = 1, \dots, k_i; \quad i = 1, \dots, N.$$

Постановка (13) оптимизационной задачи (10) соответствует случаю, когда проявление различных наборов дестабилизирующих факторов принимается случайным, а условная вероятность $P(A_i|B_j)$ успешного завершения i -го этапа производственного процесса при использовании сотрудниками службы качества j -й стратегии менеджмента качества по вариантам проявления различных наборов дестабилизирующих факторов усредняется, т.е. $P(A_i|B_j)$ принимается равным математическому ожиданию вероятности $P(A_i|B_j)|P_{ii}$.

Если же такое усреднение не проводить, а принять игровую модель [5], при которой проявление различных наборов дестабилизирующих факторов не является случайным, а рассчитывается на наихудший случай (минимаксный подход, соответствующий модели антагонистической игры), то оптимизационная задача (10) с учетом формул (4), (9) и ограничений (5) и (6) примет вид:

$$P_{\max} = \max_{q_{ij}} \min_{w_{it}} \prod_{i=1}^N \left[\sum_{j=1}^{k_i} \sum_{t=1}^{n_i} d_{ijt} q_{ij} w_{it} \right],$$

$$\text{при } \sum_{j=1}^{k_i} q_{ij} = 1; \quad \sum_{t=1}^{n_i} w_{it} = 1; \quad \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{k_i} c_{ij} q_{ij} \leq C_0; \quad (14)$$

$$0 \leq q_{ij} \leq 1; \quad 0 \leq w_{it} \leq 1; \quad j = 1, \dots, k_i; \quad t = 1, \dots, n_i; \quad i = 1, \dots, N.$$

Вместе с тем, методики оценки условных вероятностей $P(A_i|B_{ij})$ и $P(A_i|B_{ij})|P_{ij}$ в основном основываются на экспертных оценках, а поэтому являются приближенными и имеют значительную погрешность. Поэтому жесткая рекомендация применения той или иной стратегии менеджмента качества не является оправданной, тем более, что на вероятность бездефектного завершения этапа производственного процесса могут влиять конкретные слабо формализуемые факторы и условия. Таким образом, в целом ряде случаев необходимо оценить степень предпочтения одной стратегии менеджмента качества, (комплекса корректирующих и предупреждающих действий) по сравнению с другими, т.е. оценить с какой частотой следует применять ту или иную стратегию менеджмента качества. Другими словами, следует оценить оптимальные значения безусловных вероятностей q_{ij} , для чего требуется решить оптимизационные задачи (13) и (14) в смешанных стратегиях:

$$(\ln P)_{\max} = \max_{q_{ij}} \sum_{i=1}^N \ln \left[\sum_{j=1}^{k_i} r_{ij} q_{ij} \right], \quad (15)$$

$$\text{при } \sum_{j=1}^{k_i} q_{ij} = 1; \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{k_i} c_{ij} q_{ij} \leq C_0;$$

$$0 \leq q_{ij} \leq 1; j = 1, \dots, k_i; i = 1, \dots, N.$$

$$(\ln P)_{\max} = \max_{q_{ij}} \min_{w_{it}} \sum_{j=1}^n \ln \sum_{i=1}^{k_j} d_{ijt} q_{ij} w_{it}, \quad (16)$$

$$\sum_{j=1}^{k_i} q_{ij} = 1; \sum_{t=1}^{n_i} w_{it} = 1; \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{k_i} c_{ij} q_{ij} < C_0;$$

$$0 < q_{ij} < 1; 0 < w_{it} < 1; j = 1, \dots, k_i; t = 1, \dots, n_i; i = 1, \dots, N.$$

Нами было проведено логарифмирование критерия оптимизации, позволившее получить аддитивный по этапам критерий эффективности, каждое слагаемое, которого зависит от безусловных вероятностей применения стратегий менеджмента качества, обеспечивающих соответствующий этап производственного процесса, и представляет собой логарифм вероятности бездефектного завершения этапа. Далее распределим стоимостной ресурс C_0 , отведенный на функционирование системы менеджмента качества, позволяющей обеспечить бездефектность процесса производства продукции, между его этапами. Тогда задача оптимизации порядка применения обеспечивающих бездефектность производственного процесса стратегий менеджмента качества с учетом стоимостных ограничений при усредненном проявлении различных наборов дестабилизирующих производствен-

ный процесс факторов представляется в виде суперпозиции задачи динамического программирования (распределения ресурсов):

$$(\ln P)_{\max} = \max_{c_1, \dots, c_N} \sum_{i=1}^N \varphi_i(C_i), \quad (17)$$

$$\text{при } C_1 + \dots + C_N = C_0.$$

и задачи линейного программирования:

$$\varphi_i(C_i) = \max_{q_{i1}, \dots, q_{ik_i}} \sum_{j=1}^{k_i} r_{ij} q_{ij}, \quad (18)$$

$$\text{при } 0 \leq q_{ij} \leq 1; \sum_{j=1}^{k_i} q_{ij} = 1; \sum_{j=1}^{k_i} c_{ij} q_{ij} = C_i.$$

Посредством (18) при фиксированных C_i ($i = 1, \dots, N$) задается параметрическое по семейство из N задач линейного программирования, решение которых позволяет определить оптимальный в смысле максимизации вероятности P_i бездефектного завершения i -го этапа набор безусловных вероятностей q_{i1}, \dots, q_{ik_i} :

$$\varphi_i(C_i) = \max_{q_{i1}, \dots, q_{ik_i}} \sum_{j=1}^{k_i} q_{ij} r_{ij}, \quad (19)$$

$$\text{при } 0 \leq q_{ij} \leq 1; \sum_{j=1}^{k_i} q_{ij} = 1; \sum_{j=1}^{k_i} c_{ij} q_{ij} \leq C_i.$$

Отметим, что в отличие от задачи (19) в задаче (18) в стоимостном ограничении стоит равенство. Это обусловлено тем, что при решении в смешанных стратегиях вероятности q_{ij} изменяются не дискретно («0» или «1»), а непрерывно, в результате чего, с одной стороны, равенство всегда достигается, а с другой стороны, из теории линейного программирования следует, что оптимум лежит на границе симплекса, вычленяемого ограничениями (две гиперплоскости) в $R_+^{k_i}$, что означает возможность использования стоимостного ограничения в виде равенства.

При решении задачи (19) в чистых стратегиях было доказано, что стоимостное ограничение C_i с точки зрения возможности получения различных оптимальных стратегий $j_i^{onm}(C_i)$ могут принимать k_i значений из множества удельных амортизационных стоимостей $\{c_{i1}, \dots, c_{ik_i}\}$.

В случае решения задачи (18), то есть оптимизации в смешанных стратегиях, изменение ограничения C_i в общем случае является непрерывным, но его увеличение за величину $C_i^* = \max_{j=1, \dots, k_i} c_{ij}$ не имеет смысла, поскольку такому ограничению соответствует решение задачи (18) в чистых стратегиях $j_i^{onm}(C_i^{onm})$, определяемой условием:

$$r_{j_i^{onm}}^{onm}(C_i^*) = \max_{j=1, \dots, k_i} r_{ij}. \quad (20)$$

Таким образом, областью целесообразного изменения стоимостного ограничения C_i является отрезок $[0, C_i^*]$. Данный факт следует учесть при решении задачи (17) методом динамического программирования с целью снижения вычислительных затрат на его реализацию.

Для численного решения задачи линейного программирования (18) воспользуемся алгоритмом симплекс-метода [6]. Поскольку симплекс, высекаемый из $R_+^{k_i}$ двумя плоскостями – ограничениями в силу $c_{ij} \geq 0$ является выпуклым, то согласно теории линейного программирования [6] решение $\{q_{i1}^{om}, \dots, q_{ik_i}^{om}(C_i)\}$ задачи (18) существует и определяется с помощью алгоритма симплекс-метода однозначно за конечное число шагов. В результате решение задачи (18) запишем в виде:

$$\varphi_i(C_i) = \max_{q_{i1}, \dots, q_{ik_i}} \sum_{j=1}^{k_i} r_{ij} q_{ij} = \sum_{j=1}^{k_i} r_{ij} q_{ij}^{om}(C_i) \quad (21)$$

$$\text{где } 0 \leq q_{ij} \leq 1; \sum_{j=1}^{k_i} q_{ij} = 1; \sum_{j=1}^{k_i} c_{ij} q_{ij} = C_i; c_{ij} \geq 0.$$

Соотношение (21) однозначно определяет функцию $\varphi_i(C_i)$. После такого ее определения можно приступить к решению задачи динамического программирования (17), которая с учетом принципа оптимальности Беллмана преобразуется к виду:

$$\begin{aligned} (\ln P)_{\max} &= \max_{C_1} F_1(C_1) \\ F_i(C_i) &= \ln \varphi_i(C_i) + \max_{C_{i+1}} F_{i+1}(C_{i+1}) \quad (22) \\ i &= 1, \dots, N-1; F_N = \ln \varphi_N(C_N); C_1 + \dots + C_N = C_0. \end{aligned}$$

Задача (22) является классической задачей динамического программирования. Однако, примененный нами для решения подобной задачи:

$$\begin{aligned} (\ln P)_{\max} &= \max_{C_1} F_1(C_1); \\ F_i(C_i) &= \ln \varphi_i(C_i) + \max_{C_{i+1}} F_{i+1}(C_{i+1}); \quad (23) \\ i &= 2, \dots, N-1; F_N = \max_{C_N} \ln \varphi_N(C_N). \end{aligned}$$

При оптимизации функционирования системы менеджмента качества производственного предприятия в чистых стратегиях алгоритм Беллмана применим в классическом случае для конечных множеств изменения C_i , которые были нами определены при решении задачи (19). В случае задачи (22) область изменения C_i является отрезком $[0, C_i^*]$, который является ограниченным, но не дискретным множеством. Решение задачи динамического программирования численным методом в случае непрерывного изменения C_i является крайне трудоемкой вычислительной задачей [3]. Однако, следует отметить,

что удельные амортизационные стоимости c_{ij} вычисляются с некоторой погрешностью и с достаточной степенью экспертной условности. Поэтому в непрерывном изменении C_i на практике смысла нет, тем более, что и денежное исчисление имеет явную дискретность. Так, например, суммы, как правило, округляются до рублей. Таким образом, можно ввести дискрет изменения стоимостей δ_c . После введения такого дискрета, множество изменений C_i становится дискретными и конечными, что позволяет применить для решения задачи динамического программирования (17) классический алгоритм Беллмана, и получить при этом решение оптимизационной задачи (13) с достаточной для практики точностью. Другими словами, решением оптимизационной задачи (17) – (18) будет набор безусловных вероятностей $\{q_{i1}^{om}(C_i^{om}), \dots, q_{ik_i}^{om}(C_i^{om})\}$, $i = 1, \dots, N$, где $\{C_1^{om}, \dots, C_N^{om}\}$ – решение задачи (17), а $\{q_{i1}^{om}(C_i^{om}), \dots, q_{ik_i}^{om}(C_i^{om})\}$ – соответствующие ему решения семейства задач (18).

Остается уточнить, из каких соображений выбирать δ_c . Определение c_{ij} с точностью 5–10% является вполне допустимым на практике. Поэтому можно в качестве дискрета изменения стоимостей применять величину:

$$\begin{aligned} \delta_c &= 0,1 \min c_{ij} \\ i &= 1, \dots, N \\ j &= 1, \dots, k_i \end{aligned} \quad (24)$$

Приступим, наконец, к решению в смешанных стратегиях задачи (14), т.е. к оптимизации порядка применения обеспечивающих бездефектность процесса производства продукции стратегий менеджмента качества с учетом проявления дестабилизирующих производственный процесс факторов.

Так же, как и задача (13) она записывается в виде задачи распределения ресурсов (17) – (18). Оптимизационную задачу (14) запишем в виде суперпозиции задачи динамического программирования:

$$(\ln P)_{\max} = \max_{C_1, \dots, C_N} \sum_{i=1}^N \Psi_i(C_i), \quad (25)$$

$$\text{при } C_1 + \dots + C_N = C_0$$

и задачи отыскания нижней цены матричной игры:

$$\Psi_i(C_i) = \max_{q_{i1}, \dots, q_{ik_i}} \min_{w_{i1}, \dots, w_{in_i}} \sum_{j=1}^{k_i} \sum_{t=1}^{n_i} d_{ijt} q_{ij} w_{it}, \quad (26)$$

$$\text{при } 0 \leq q_{ij} \leq 1; 0 \leq w_{it} \leq 1; \sum_{j=1}^{k_i} q_{ij} = 1;$$

$$\sum_{t=1}^{n_i} w_{it} = 1; \sum_{j=1}^{k_i} c_{ij} q_{ij} = C_i.$$

Задачу (26) от классической матричной игры отличает лишь наличие стоимостного ограничения, что в общем случае может привести к уменьшению области допустимых значений вероятностей q_{ij} , и к отличию решения задачи (26) от решения классической матричной игры из (26) без этого ограничения. Поэтому задачу (26) следует решать методом последовательного решения задач линейного программирования [6]. Таким образом, наборы значений безусловных вероятностей $\{q_{ij}^{opt}(C_i), \dots, q_{ik_i}^{opt}(C_i)\}$ и $\{w_{il}^{opt}(C_i), \dots, w_{in_i}^{opt}(C_i)\}$ являющиеся решением матричной игры (26) однозначно определяют функцию:

$$\Psi_i(C_i) = \sum_{j=1}^k \sum_{l=1}^{n_i} d_{ijl} q_{ij}^{opt}(C_i) w_{il}^{opt}(C_i), \quad (27)$$

после чего с учетом изложенной выше дискретизации стоимостных ограничений остается с помощью классического алгоритма Беллмана решить задачу динамического программирования (25), переписав ее в виде:

$$\begin{aligned} (\ln P)_{\max} &= \max_{C_1} G_1(C_1); \\ G_i(C_i) &= \ln \Psi_i(C_i) + \max_{C_{i+1}} G_{i+1}(C_{i+1}); \\ i &= 1, \dots, N-1; G_N = \ln \Psi_N(C_N); C_1 + \dots + C_N = C_0 \end{aligned} \quad (28)$$

Множественно решая задачу (26), определяющую семейство по оптимальных смешанных стратегий $\{q_{ij}^{opt}(C_i), \dots, q_{ik_i}^{opt}(C_i)\}$; $\{w_{il}^{opt}(C_i), \dots, w_{in_i}^{opt}(C_i)\}$; $i=1, \dots, N$, применения стратегий менеджмента ка-

чества, обеспечивающих бездефектное завершение этапов производственного процесса.

В результате получаем оптимальное решение задачи (14):

$$\begin{aligned} &\{C_1^{opt}, \dots, C_N^{opt}\}; \\ &\{q_{ij}^{opt}(C_i), \dots, q_{ik_i}^{opt}(C_i)\}; \{w_{il}^{opt}(C_i), \dots, w_{in_i}^{opt}(C_i)\}; \\ &i=1, \dots, N. \end{aligned}$$

Вывод

Предложенный метод позволяет определить оптимальные, с точки зрения максимизации вероятности бездефектного завершения процесса производства продукции, частоты (вероятности) использования различных стратегий менеджмента качества (комплексов корректирующих и предупреждающих действий), как с учетом проявления дестабилизирующих производственный процесс факторов, так и без него.

Литература

1. В.А. Горелик. Теория игр и исследование операций. – М.: Высшая школа, 1978.
2. Е.С. Вентцель. Исследование операций. Задачи. Принципы. Методология. – М.: Наука, 1988.
3. А.Д. Школьников. Основы теории игр. Ленинград, 1970.
4. В.В. Шерстобитов. Математическое программирование, часть 2. Ленинград, 1970.
5. В.В. Шерстобитов. Математическое программирование, часть 1. Ленинград, 1969.
6. Е.С. Вентцель. Теория вероятностей. – М.: Высшая школа, 1998.

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ КОМПЛЕКСОМ ПОДВИЖНЫХ ОБЪЕКТОВ

Игорь Анатольевич Кочетов

кандидат военных наук, докторант

Серпуховской военной институт
ракетных войск



В настоящее время у многих ведомств и организаций возникает необходимость повышения эффективности управления комплексами подвижных объектов (КПО) на основе мониторинга их местоположения и состояния, а также выработки оперативных решений по организации их перемещения.

Для решения этих задач применяются комплексы средств автоматизации (КСА), позволяющие контролировать текущее местоположение подвижных объектов (ПО) на электронных картах местности, проводить поиск рациональных маршрутов по различным параметрам, моделировать перемещение всего КПО в реальном и оперативном масштабе времени, проводить учет оперативной обстановки в районе перемещения, вырабатывать рациональные решения по управлению КПО.

Задача отслеживания текущего местоположения может решаться с применением технических средств систем навигации (приемники GPS, GLONASS), систем спутникового наблюдения, систем радионавигации, бортовых инерциальных систем определения местоположения, а также за счет применения организационных решений (по докладам постов наблюдения) или решения расчетной задачи по данным средней скорости движения ПО, типов дорожного покрытия участков маршрутов и условий совершения перемещения (маневра).

Применение технических средств навигации накладывает высокие требования по организации системы передачи данных о местоположении ПО – необходима организация эффективных каналов передачи информации. В настоящее время широко распространены системы, использующие в качестве каналов передачи данных каналы GSM-связи, каналы УКВ-радиосвязи, каналы спутниковой связи. Применение последнего варианта является наиболее дорогостоящим, но, тем не менее, наиболее эффективным,

поскольку зоны покрытия GSM-связи наиболее плотные только в густонаселенных районах, а спутниковые каналы доступны на всей территории РФ. УКВ-радиосвязь не зависит от зоны покрытия GSM, но качество связи сильно зависит от рельефа местности. Использование GSM-связи является наиболее экономически эффективным, но применимым только в районах с плотным покрытием. Применение расчетной задачи по определению местоположения ПО в составе КСА является в любом случае необходимым, поскольку существует вероятность отказа каналов связи и технических средств навигации.

Маршрут – это путь следования ПО при движении от начального до конечного пунктов с обязательным посещением некоторых промежуточных пунктов. *Рациональный маршрут* – это маршрут, наилучшим образом удовлетворяющий некоторому критерию (например, расстояние или время). *Маршрутизация* – это составление рациональных маршрутов движения.

Для нахождения удовлетворительного решения задачи маршрутизации с использованием математических методов в качестве исходных данных необходима модель транспортной сети. *Транспортная сеть* – это совокупность дорог, пригодных для движения транспортных средств. Модель транспортной сети может быть представлена в виде графа, в котором вершины – это точки на сети, наиболее важные для определения расстояний или маршрутов движения, а дуги – отрезки транспортной сети, характеризующие наличие дорожной связи между соседними вершинами. Дуги графа характеризуются числами, которые могут иметь различный физический смысл. Чаще всего это расстояние, но может использоваться, например, время движения, количество потраченного топлива, суммарный показатель стоимости проезда и др.

Задача выбора рационального маршрута сводится к поиску на графе кратчайшего пути от не-

которой начальной вершины до некоторой конечной вершины, при этом в маршрут могут входить некоторые обязательные промежуточные вершины. Под длиной кратчайшего пути при этом подразумевается сумма длин составляющих этот путь дуг. Частный случай – когда начальная и конечная вершины совпадают. Допускается прохождение любой промежуточной вершины несколько раз.

Задача составления планов-графиков перемещения решается в интересах повышения эффективности применения КПО. Результатом ее решения является выбор таких моментов времени начала движения КПО по выбранным маршрутам, продолжительности стоянки в промежуточных пунктах маршрута, которые позволили бы выполнить задачу изменения местоположения с учетом текущей обстановки в районе перемещения. Необходимость решения этой задачи определяется возможными потерями управления (например, между мобильными пунктами управления) за счет ослабления УКВ-радиосвязи в зависимости от рельефа местности, разрушениями участков дорог и дорожных сооружений, возникновением различных критических зон (затопление, пожар, выброс ядовитых веществ), препятствующих своевременному (согласованному) прибытию ПО в конечные пункты маршрута.

Задача мониторинга совершения перемещения и оперативного изменения планов-графиков перемещения решается в целях устранения последствий возникновения критических ситуаций на этапе непосредственного совершения перемещения ПО.

Обязательным условием при проведении расчетов является решение задач оценки обстановки. Задачи оценки обстановки позволяют определить границы критических зон, границы зон независимого маневрирования (например, перемещение промежуточного радиоретранслятора или пункта управления без потери связи), зон уверенного приема, определить исходные данные для решения задачи маршрутизации (погодные условия и т.д.) и следует ли вообще проводить перемещение. Результатом решения этих задач является изменение исходной транспортной сети – удаление критических вершин и дуг, что ведет к сужению области поиска рациональных маршрутов.

Таким образом, основной задачей КСА по контролю местоположения КПО является выработка рекомендаций для лица принимающего решения (ЛПР) в виде ответов на следующую совокупность последовательно поставленных вопросов.

1. Следует ли проводить перемещение?
2. Какие ПО будут задействованы в процессе перемещения (маневре)?
3. На какие конечные пункты маршрутов целесообразно перемещаться в данных условиях обстановки?
4. По каким маршрутам необходимо производить перемещение?
5. Каким должен быть пространственно-временной план-график маневра?

Анализ процесса управления перемещением ПО позволяет заключить, что основными этапами являются **планирование и контроль** проведения перемещения. Исходя из этого можно сделать вывод о том, что основным управляющим решением является информация группы подготовки решения на этапе планирования, одобренная ЛПР и претворяющаяся в жизнь путем доведения до ПО. Далее данную совокупность информации мы будем называть **вариантом перемещения**.

В самом общем виде задача выбора варианта перемещения при выработке решения на управление перемещением КПО может быть сформулирована следующим образом.

Заданы цель перемещения и способ его осуществления (главным образом определено количество перемещаемых ПО, а также ограничения по общим срокам маневра, условия обстановки и др.).

Требуется выбрать наилучший вариант перемещения с точки зрения эффективности выполнения поставленной задачи. На практике это означает, что фактически нужно выбрать конкретные позиции, на которые следует перемещать каждый ПО, а так же маршруты движения на эти позиции, так, чтобы выбранная совокупность позиций для КПО в данной конкретной обстановке позволила бы наиболее эффективно выполнить задачу.

Математическая формулировка задачи выбора варианта перемещения имеет следующий вид:

Определено множество элементов КПО:

$$Q = \{q_{ij}\}, i = 1 \div N_{\text{ур}}, j = 1 \div N_{\text{по } i},$$

где $N_{\text{ур}}$ – количество уровней управления в системе управления КПО ($N_{\text{ур } c} = 4, N_{\text{ур } 4} = 3$ и т.д.); $N_{\text{ур } i}$ – количество ПО на i -ом уровне управления.

Для каждого q_{ij} определено множество позиций:

$$X = \{x_{ijk}\}, i = 1 \div N_{\text{ур}}, j = 1 \div N_{\text{по } i}, k = 1 \div N_{\text{поз } ij}, k \neq i_3,$$

где $N_{\text{поз } ij}$ – количество позиций, подготовленных для j -го ПО i -го уровня управления;

i_3 – номер занятой позиции.

Определено множество маршрутов движения ПО с текущей (занятой) позиции:

$$M = \{m_{ijk}\}, i = 1 \div N_{\text{упр}}, j = 1 \div N_{\text{поз } i}, k = 1 \div N_{\text{поз } ij}, k \neq i, \\ n = 1 \div N_{\text{маршрут}}$$

где $n = 1 \div N_{\text{маршрут}}$ – общее количество найденных маршрутов движения на k -ю позицию.

Элемент множества вариантов перемещения $\beta = \{\beta_i\}$, $i = 1 \div N_{\text{вар}}$, представляет собой вектор элементов множества X и M :

$$\vec{\beta} = \{x_{ijk}, m_{ilk}\}, l = 1 \div N_{\text{вар}}$$

где $N_{\text{вар}}$ – общее количество возможных вариантов маневра.

Пусть $F(\beta)$ – суммарная эффективность выполнения задачи перемещения ПО, обусловленная использованием варианта перемещения.

Каждый β_i можно характеризовать множеством показателей, характеризующих данный вариант с точки зрения эффективности выполнения задачи перемещения $W_{\text{вар}} = \{w_i\}$.

Требуется найти точку глобального максимума $F(\beta)$:

$$F(\vec{\beta}) \rightarrow \max \text{ т.е. найти такую точку } \beta_i, \text{ что} \\ \forall \vec{\beta} \neq \vec{\beta}_n \quad F(\vec{\beta}) \leq F(\vec{\beta}_n); \quad (1)$$

Для решения данной задачи необходимо осуществить определение вида или отображения $F(\vec{\beta})$. Данная задача является задачей оптимизации и может быть решена при помощи методов исследования операций и теории принятия решений.

При решении задачи выбора варианта перемещения ЛПР опирается на информацию группы подготовки решений (ГПР), перед которой стоит задача расчета вариантов перемещения, выбора из них допустимых, ранжирование вариантов по предпочтениям ЛПР. В распоряжении ГПР имеется комплекс моделей, при помощи которого производится оценка эффективности маневренных действий. Вследствие многочисленности факторов, влияющих на проведение маневренных действий, ГПР необходимо иметь в своем распоряжении достаточное количество методического обеспечения для решения задач оценки эффективности мероприятий по перемещению.

На этапе планирования перемещения КПО необходимо выбрать конечные пункты для перемещения, найти совокупность маршрутов, категоризировать маршруты и выбрать рациональный маршрут.

На этапе контроля проведения перемещения необходимо решить задачу определения текущего местоположения ПО. С этой целью решается задача определения координат ПО в режиме реального или оперативного времени. Для этого задается время начала движения $t_{\text{см}}$. Для каждого ПО в зависимости от выбранных маршрутов движения определяются времена начала движения и для задачи в целом устанавливаются

временной интервал определения и отображения местоположения КПО, совершающих маневр (если контроль совершения маневра проводится в оперативном масштабе времени).

Учитывая сложность задачи принятия решений по управлению КПО, неизбежный дефицит времени, огромные стрессовые, а также морально-психологические и физические нагрузки на ГПР, актуальной является задача создания и применения специализированных техногенных систем, позволяющих облегчить процесс принятия решений.

Данное обстоятельство ведет к возникновению противоречия, при котором с одной стороны необходимо учитывать наибольшее количество факторов при принятии решения на маневр, а с другой стороны имеет место ограниченные возможности органов управления. Это ограничение может быть снято при помощи включения в состав системы поддержки принятия решений средств автоматизации и наличия методического обеспечения.

Системы поддержки принятия решений (СППР) – это программно-аппаратные комплексы, предназначенные для помощи ЛПР при управлении сложными объектами и процессами различной природы в условиях жестких временных ограничений. При поиске решения используются экспертные модели, построенные на основе знаний специалистов-экспертов, и эвристические методы поиска решений. По современной классификации программных средств СППР можно отнести к классу интегрированных интеллектуальных (экспертных) систем логико-лингвистического типа, сочетающих строгие математические методы поиска решений с нестрогими, эвристическими методами, базирующимися на экспертных знаниях.

Концептуально объединяя подходы и методы теории принятия решений, теории информационных систем, искусственного интеллекта и используя объективную и субъективную информацию, СППР должна обеспечивать ЛПР результатами анализа решаемой проблемы и направлять его в процессе поиска решения с целью повышения эффективности принимаемых решений.

Особенностью задач, решаемых с помощью СППР, является:

- ❖ необходимость учета временного фактора при описании проблемной ситуации и в процессе поиска решения;
- ❖ необходимость получения решения в условиях временных ограничений, определяемых реальным управляемым процессом;
- ❖ невозможность получения всей объективной информации, необходимой для решения, и

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

в связи с этим использование субъективной, экспертной информации;

- ❖ комбинаторность поиска, необходимость активного участия в нем АПР;

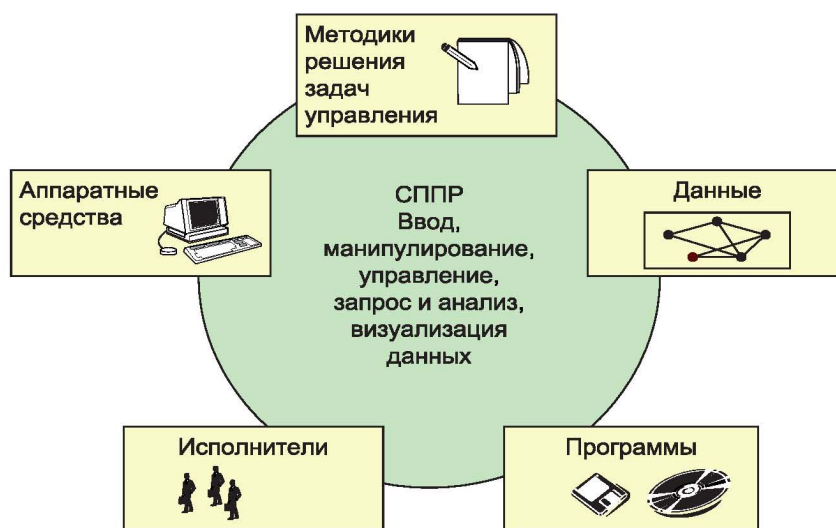
- ❖ наличие недетерминизма, необходимость коррекции и введения дополнительной информации в процессе поиска решения.

СППР – суть технические средства, внедренные в практику работы АПР, способные усиливать интеллектуальные способности людей, усиливая научно обоснованные методы организации.

Исследования современного состояния вопроса применения информационных технологий в процессе управления КПО показал разнообразность используемого специального математического обеспечения, низкую оперативность подготовки исходных данных для расчетов и слабую визуализацию выходной информации.

Эти недостатки могут быть устранены за счет создания единой информационной среды СППР с использованием геоинформационной технологии, обеспечивающей высокий уровень визуализации информации и снижение трудозатрат при подготовке исходных данных для расчетов.

Основное отличие геоинформационных систем (ГИС) от их многочисленных аналогов (системы дистанционного зондирования и геопозиционирования, обработки изображений и т.п.) – это наличие мощного аппарата пространственного анализа, позволяющего не просто отслеживать и оценивать связи КПО, элементов ПР и их состояния, но и формировать запросы, включающие как обычные арифметические и логические, так и топологические составляющие, такие как определение расстояний, площадей, зон, направлений, пересечений, принадлежности к заданной территории и т.д.



ФОРМИРОВАНИЕ И ВЫБОР ТРЕБОВАНИЙ К ОБЛИКУ ПЕРСПЕКТИВНОЙ ЭКСПЕРТНО-ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫМИ ПРОЦЕССАМИ

Андрей Викторович Борисов

Государственная корпорация
по атомной энергии «Росатом»

На основе результатов анализа существующих экспертно-информационных систем (ЭИС) сформируем общие технические требования к облику перспективной ЭИС управления сложными процессами (УСП) в целом [1, 2]:

- в системе должна быть обеспечена совместимость между ее частями, а также их взаимосвязанность;

- ЭИС и все виды ее обеспечения должны быть приспособлены к модернизации, развитию и наращиванию в пределах требований, указанных в техническом задании (ТЗ);

- надежность ЭИС в целом и каждой ее автоматизированной функции должна быть достаточна для достижения установленных целей функционирования при заданных условиях применения;

- адаптивность ЭИС должна быть достаточной для достижения установленных целей ее функционирования в заданном диапазоне изменений условий применения;

- в ЭИС должны быть предусмотрены контроль правильности выполнения автоматизированных функций и диагностирование с указанием места, вида и причины возникновения нарушений нормального функционирования, а также контроль метрологических характеристик измерительных каналов;

- в ЭИС должны быть предусмотрены меры защиты от неправильных действий персонала, приводящих к аварийному состоянию объекта управления (ОУ), от случайных изменений и разрушения информации (программ, данных), а также от несанкционированного вмешательства и утечки информации;

- информация, содержащаяся в базах данных и знаний (БДЗ) ЭИС, должна быть актуализирована в соответствии с периодичностью ее использования при выполнении функций комплекса в целом;

- состав автоматизированных функций (задач, их комплексов) и степень их автоматизации должны быть технически, экономически и социально обоснованы с учетом необходимости освобождения персонала от выполнения повторяющихся действий и создания условий для использования его творческих способностей в процессе работы. При этом состав функций ЭИС должен обеспечивать возможность управления соответствующим ОУ в соответствии с любой из целей, установленных в ТЗ.

Основными технико-эргономическими требованиями к информационному обеспечению (ИО) перспективной ЭИС могут быть следующие [2]:

- ИО должно быть достаточным для выполнения автоматизированных функций;

- для кодирования информации, используемой в данной ЭИС, должны быть применены классификаторы, принятые у заказчика, причем для кодирования выходной информации, используемой на вышестоящем уровне, должны быть применены классификаторы вышестоящих систем управления базами данных (СУБД);

- для связи между устройствами контроля технического состояния (КТС) должны быть применены стандартизированные входные и выходные сигналы;

- формы документов и видео кадров, вводимых, выводимых или редактируемых через терминалы, должны быть согласованы с соответствующими техническими характеристиками терминалов и должны соответствовать требованиям стандартов ЕСКД или нормативно-технических документов (НТД);

- совокупность имитационных моделей (ИМ) ЭИС должна быть организована в виде функциональных БДЗ на магнитных носителях;

- форма представления выходной информации и применяемые в выходных документах на-

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

учно-технические термины и сокращения должны быть общепринятыми в данной предметной области и согласованы с заказчиком;

○ в ЭИС должны быть предусмотрены необходимые меры по контролю и обновлению данных в ее БДЗ, восстановлению ИМ после отказа КТС, а также по контролю идентичности одноименной информации в БДЗ;

○ лингвистическое обеспечение перспективной ЭИС должно быть достаточным для общения различных категорий персонала в удобной для них форме со средствами автоматизации и для осуществления процедур преобразования и машинного представления перерабатываемой в ЭИС информации. Оно должно быть отражено в документации (инструкциях, описаниях) организационного обеспечения ЭИС в виде правил общения персонала с комплексом средств автоматизации (КСА) во всех режимах функционирования системы.

В лингвистическом обеспечении должны быть:

● предусмотрены языковые средства для описания любой используемой в ЭИС информации;

● унифицированы используемые языковые средства;

● стандартизированы описания однотипных элементов информации и записи синтаксических конструкций;

● обеспечены удобство, однозначность и устойчивость общения персонала с КСА;

● предусмотрены средства исправления ошибок, возникающих при общении персонала с КТС ЭИС;

● в ТЗ должны быть приведены требования к построению подсистемы контроля (диагностирования) и измерений ее параметров с отражением:

● назначения и задач подсистемы контроля и измерений;

● вида используемых подсистем контроля;

● глубины контроля и поиска мест отказов;

● методов контроля технического состояния (активного, пассивного, разрушающего, неразрушающего и т.д.);

● способов взаимодействия и информационного обмена между подсистемами контроля, подсистемами их технического обслуживания, проверки и ремонта и другими функциональными подсистемами ЭИС;

● форм представления и документирования результатов измерений и контроля.

В качестве основных требований к метрологическому обеспечению можно рассматривать:

● специальные средства измерений, которые должны обладать информационной, метрологической, конструктивной, эксплуатационной, функциональной, электрической и программ-

ной совместимостью, а также совместимостью по показателям надежности;

● автоматизированные информационно-измерительные подсистемы, предназначенные для измерения параметров, контроля, диагностирования и прогнозирования технического состояния различных элементов ЭИС, и которые должны иметь магистрально-модульную структуру и создаваться на основе агрегатирования типовых (штатных) средств измерений, средств ЭВТ и вспомогательных устройств. Состав программно-управляемых функциональных модулей, входящих в измерительную подсистему, должен определяться составом и характером измерительных задач, решаемых при контроле, диагностировании и прогнозировании технического состояния элементов ЭИС;

● методы измерений, измерительного контроля и диагностирования, которые должны быть унифицированы, стандартизированы, аттестованы и обеспечивать достоверное определение контролируемых параметров и характеристик комплекса при его использовании по назначению, контроле и прогнозировании функционально-технического состояния, отыскании отказов и неисправностей, а также должны исключать возможность снижения надежности КТС ЭИС и быть безопасными.

Основные требования к организационному обеспечению (ОО) сводятся к следующим:

● ОО ЭИС должно быть достаточным для эффективного выполнения персоналом возложенных на него обязанностей при осуществлении автоматизированных и связанных с ними неавтоматизированных функций комплекса;

● организационно-административная структура ЭИС должна позволять выполнять ОО все функции с учетом их распределения по эшелонам (уровням) и элементам управления;

● ОО ЭИС должно определять действия персонала, необходимые для выполнения каждой автоматизированной функции, во всех режимах функционирования и при взаимодействии данной ЭИС с другими комплексами, с учетом заданных требований по безошибочности и быстрдействию реализации персоналом своих функциональных обязанностей, а также содержать конкретные указания о действиях в аварийных (нештатных) ситуациях или при нарушении нормальных условий функционирования ЭИС;

● ОО должно содержать правила и предписания, вытекающие из юридической силы информации на носителях данных и правовых норм;

● обязанности между операторами должны быть распределены с учетом:

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

– участия персонала в выполнении неавтоматизированных функций системы и ее взаимодействии с другими системами;

– установленного отраслевыми НТД допустимого уровня психофизиологической и эмоциональной нагрузки на операторов, связанной с выполнением возлагаемых на каждого из них обязанностей, и ответственности за итоговые и промежуточные результаты работы, а также требуемого уровня активности в процессе работы.

Правовое обеспечение должно включать совокупность правовых норм:

- определяющих юридическую силу информации на носителях данных и документов, используемых при функционировании ЭИС и создаваемых комплексом;

- регламентирующих правоотношения (права, обязанности и ответственность) между лицами, обслуживающими ЭИС.

Основные требования к программному обеспечению (ПО) ЭИС состоят в следующем [3]:

- ПО должно быть достаточным для выполнения всех функций комплекса, реализуемых с применением средств ЭВТ, а также иметь средства организации всех требуемых технологических процессов обработки информации (ТППИ), позволяющие своевременно выполнять все автоматизированные функции во всех регламентированных режимах;

- ПО должно разрабатываться на базе существующих СУБД, других программ, заимствованных из государственных, отраслевых и других фондов алгоритмов и программ, допускать загрузку и проверку по частям и позволять производить замещение одних программ без коррекции других;

- ПО должно быть построено таким образом, чтобы отсутствие отдельных ИМ не сказывалось на выполнении функций ЭИС, при реализации которых данные ИМ не используются;

- ПО должно иметь средства диагностики и КТС ЭИС, контроля достоверности входной информации и защиты от дестабилизирующих факторов (ошибок при вводе, хранении и обработке информации), обеспечивающие заданное качество выполнения функций ЭИС;

- общее ПО ЭИС должно способствовать осуществлению настройки компонентов специального программного обеспечения (СПО) и дальнейшему развитию ПО ЭИС без прерывания процесса ее функционирования; должна быть обеспечена защита уже сгенерированной и загруженной части ПО от случайных изменений;

- все программы СПО конкретного ЭИС должны быть совместимы как между собой, так и с общим ПО.

Следует отметить, что при разработке информационно-программного обеспечения должны учитываться значения показателей качества как измерителей следующих основных свойств программных средств: полезности, надежности, эффективности, интеллектуальности, мобильности, управляемости, оцениваемости, понятности, модифицируемости. А также частных свойств: точности, помехозащищенности, согласованности, доступности, завершенности, коммуникативности, целостности, структурированности, информативности, осмысленности, открытости, расширяемости.

Таким образом, на основе анализа содержательного описания реальных ТППИ и требований к результатам их реализации, а также с учетом особенностей и ограничений процессов управления функциональной подсистемы (ФПС), вырабатываются системные требования к информационно-математическому обеспечению подсистем ЭИС, к числу которых можно, в частности, отнести:

- оперативность алгоритмов математической формулировки задач ФПС и конкретных алгоритмов оптимизации их функционирования;

- объединение формальных и неформальных этапов процессов выработки рациональных управляющих решений;

- многоуровневость моделей (математических и информационных) и алгоритмов функционирования ФПС;

- эффективное использование имеющихся интеллектуальных (людских) и машинных ресурсов при решении целевых и функциональных задач;

- инвариантность алгоритмов рационального функционирования подсистем комплекса к классу объекта обработки и управления сложным процессом;

- обеспечение постоянного развития и совершенствования ИМО.

Литература

1. Антонов А.В. Системный анализ: Учебник. – М.: Высшая школа, 2004. – 454 с.
2. Гекул В.И. Проектирование информационных систем: Учебное пособие – М.: УИТ, 2005. – 304 с.
3. Виснадул Б., Кокорева Е., Гагарина Л., Технология разработки программного обеспечения: Учебное пособие. – М.: “Инфра-М”, 2008. – 400 с.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

В радиосистеме отдельные РУ связаны между собой (рисунки 1). Соединив выходные (i) и входные (j) связи различных РУ в соответствии с определенными комбинаторными правилами, можно получить определенную конфигурацию k_{PC} системы:

$$k_{PC} = [a(l), b(l), c(l)], \quad (1)$$

где $a(l)$ – индекс классов РУ, входящих в состав РС; $b(l)$ – структура связей между РУ в конфигурации РС; $c(l)$ – способ соединения связей между РУ.

Состав РС определяется множеством радиоустройств:

$$L_{PY} = \{l_1, l_2, \dots, l_n\}. \quad (2)$$

Каждое РУ представляется множеством информационных параметров:

$$Z_{PY} = \{z_1, z_2, \dots, z_m\}. \quad (3)$$

В качестве информационных параметров могут выбираться параметры сигналов РУ, режимы их работы, координаты РУ на местности. Информационные параметры определяют уровень параметрического соответствия РУ заданным требованиям. В качестве меры этого соответствия может быть выбрана вероятность параметрического соответствия P_{PC} . В общем случае эта вероятность характеризует сходство математических описаний действующего в составе радиосистемы радиоустройства M_{PYi} с математическим описанием его эталонной модели $M_{PY\theta}$. В многомерном случае, когда математические описания M_{PYi} и $M_{PY\theta}$ представлены множеством информационных параметров Z_{PY} , в качестве меры сходства целесообразно использовать расстояние Махаланобиса:

$$d_M = (\mu_i - \mu_\theta)^T C_k^{-1} (\mu_i - \mu_\theta), \quad (4)$$

где μ_i и μ_θ – средние значения информационных параметров PY_i и эталонной модели; T – знак транспонирования матрицы; C_k^{-1} – обратная ковариационная матрица информационных параметров.

Текущее значение вероятности параметрического соответствия $P_{PC}(z_{PY}, t)$ будет полностью определяться функцией расстояния:

$$P_{PC}(z_{PY}, t) = F(d_M). \quad (5)$$

С учетом изложенных принципов структурно-функциональную модель (СФМ) радиосистемы в общем виде можно представить как:

$$СФМ = \langle k_{PC}, L_{PY}, B_{PY}, Z_{PY}, R_{PC}, P_{PC} \rangle, \quad (6)$$

где k_{PC} – конфигурация РС; L_{PY} – множество РУ в системе; B_{PY} – множество связей между РУ в системе; Z_{PY} – множество информационных параметров РУ; R_{PC} – множество контролируемых характеристик РС; P_{PC} – уровень параметрического соответствия РС заданным требованиям.

Таким образом, структурное описание РС позволяет представить конфигурацию радиосистемы в составе общей ИСУ, совокупность и класс

РУ в системе, характер связей между РУ, что позволяет, в свою очередь, использовать эту информацию при принятии управленческих решений в интеллектуальной системе управления.

Качество информационного обмена в ИСУ будет определяться множеством информационных параметров сигналов, излучаемых радиоустройствами, установленными на транспортных средствах. Поэтому функциональное описание РУ в составе радиосистемы должно отражать изменение амплитудно-частотных параметров радиосигналов в процессе функционирования ИСУ. На центральном пункте управления системы должно осуществляться слежение за параметрами сигналов.

Слежение должно осуществляться за амплитудой сигнала с выходным параметром $S = S(t, \hat{a}_c)$, за частотой сигнала с выходным параметром $S = S(t, \hat{f}_c)$ и фазой сигнала с выходным параметром $S = S(t, \hat{\phi}_c)$. Поэтому при решении поставленной задачи моделирования основное внимание должно быть уделено математическому описанию возможных изменений информационных параметров сигналов РУ. В основу данного подхода могут быть положены методы статистической линейаризации и фильтрации информационного параметра, широко развитые в задачах моделирования различных схемотехнических устройств.

В задаче обнаружения сигнала неизвестен сам факт наличия или отсутствия сигнала $s(t, r)$ в принятом сообщении $x(t)$. Сигнал представляет функцию времени t и параметров r . Колебание можно представить в виде:

$$x(t) = \theta s(t, r) + n(t), \quad t \in [0, T], \quad (7)$$

где θ – параметр обнаружения, случайная величина, принимающая одно из двух значений: $\theta = 0$ (сигнал отсутствует), $\theta = 1$ (сигнал присутствует).

По принятой реализации $x(t)$ на интервале $[0, T]$ требуется наилучшим образом выработать решение о наличии или отсутствии сигнала в смеси $x(t)$.

В простейшей задаче различения сигналов предполагается наличие в смеси $x(t)$ двух сигналов $s_1(t, r_1)$ и $s_2(t, r_2)$:

$$x(t) = \theta s_1(t, r_1) + (1 - \theta) s_2(t, r_2) + n(t), \quad t \in [0, T]. \quad (8)$$

По принятой на интервале $[0, T]$ реализации $x(t)$ необходимо выбрать оптимальное правило решения о присутствии сигнала $s_1(t, r_1)$ или $s_2(t, r_2)$.

В процессе оценки параметров сигнала считается, что один из информационных параметров r_i сигнала является случайной величиной, априорная плотность вероятности $p(r_i)$ которого известна. Параметр r_i представляет собой один из компонентов вектора R информационных параметров РУ:

$$R = \{r_1, r_2, \dots, r_i, \dots, r_m\}. \quad (9)$$

Задача оценки параметров сигнала контролируемого РУ заключается в определении с минимальной погрешностью значения параметра r_i по принятой на интервале $[0, T]$ реализации смеси $x(t)$ сигнала и помехи.

Важнейшей задачей, позволяющей получить оценку информационного параметра, является задача фильтрации. Она возникает в случае, если сигнал $S(t, R)$ зависит от некоторого информационного параметра r_i , представляющего случайную функцию времени $r_i(t)$ с известными статистическими характеристиками. На основании статистических характеристик помехи $n(t)$ необходимо из принятой смеси $x(t)$ получить оценку $\hat{r}_i(t)$ реализации информационного параметра. При малом изменении функции $r_i(t)$ за время T задача фильтрации может быть сведена к задаче оценки параметров.

Изложенный подход к выделению и анализу информационных параметров сигналов может быть положен в основу математического описания возможных изменений амплитудно-частотных параметров РУ.

Если на входе приемника присутствует аддитивная смесь псевдослучайного фазоманипулированного сигнала (от одного из РУ радиосистемы) с белым нормальным шумом, с нулевым средним и спектральной плотностью N_A , то выражение для сигнала $S(t)$ можно представить как

$$S_1(t) = A_0 \{x(t)g_1(t - \tau_s) + [1 - x(t)] \cdot g_2(t - \tau_s)\} \cos(\omega_0 t + \varphi_i), \quad (10)$$

где A_0 – номинальное значение амплитуды принимаемого сигнала; $x(t)$ – двоичный информационный процесс; $g_1(t) \cdot g_2(t)$ – двоичная информационная последовательность, соответствующая передаче информационной единицы и информационного нуля; τ_s – задержка сигнала; ω_0 – несущая частота сигнала; φ_i – фазовый сдвиг.

Если оценивается задержка и фаза принимаемого сигнала, то соответственно имеем:

$$S_1(t) = A_0 \left(1 - \frac{|\hat{\tau}_s - \tau_s|}{\tau_u}\right) \cos(\omega_0 t + \varphi); \quad (11)$$

$$S_2(t) = \frac{A_0}{2} \{x(t)g_1(t - \tau_s) + [1 - x(t)] \cdot g_2(t - \tau_s)\} \cos(\hat{\varphi} - \varphi_i),$$

где $\hat{\varphi}$ и $\hat{\tau}_s$ – оценки фазы и задержки сигнала; τ_u – длительность элементарного сигнала.

Для оценки изменений амплитуды сигнала может быть использована нормальная модель амплитудных флуктуаций:

$$A(t) = A_0 [1 + m_A \cdot a(t)], \quad (12)$$

где $A_0 = \langle A(t) \rangle$; m_A – коэффициент, учитывающий изменение амплитуды; $a(t)$ – случайная функция, определяющая закон изменения амплитуды.

В общем случае функция $a(t)$ описывается уравнением:

$$a(t) = -\alpha_a \cdot a + m_A \cdot n_A(t), \quad (13)$$

где $n_A(t)$ – стационарный белый шум с известными статистическими характеристиками; α_a – постоянный коэффициент; a – номинальное значение функции $a(t)$;

$$\langle n_A(t) \rangle = 0; \quad \langle n_A(t_1) n_A(t_2) \rangle = 0,5 N_A \delta(t_2 - t_1); \quad N_A = \text{const}$$

Величина коэффициента m_A является определяющей при оценке амплитуды $A(t)$ контролируемого сигнала. В свою очередь, амплитуда сигнала на входе радиоприемного устройства, как известно, определяется, прежде всего, уровнем мощности излучения радиопередающего устройства. В соответствии с ГОСТ на передатчики различного функционального назначения допустимое отклонение мощности передатчика от номинального значения в рабочем диапазоне частот лежит в пределах $\pm 15-20\%$. Результаты экспериментальных исследований современных радиосредств характеризуются также значительным разбросом уровня мощности основного излучения относительно номинального значения.

На рисунке 2 представлены гистограммы распределения уровня мощности основного излучения $P_{\text{изл}}$ радиоприемных УКВ диапазонов для различных номинальных значений $P_{\text{ин}}$ мощности передатчика:

– рисунок 2а $P_{\text{ин}} = 30 \text{ Вт}$;

– рисунок 2б $P_{\text{ин}} = 70 \text{ Вт}$.

Анализ представленных распределений уровня мощности основных излучений радиоприемных устройств показывает, что среднеквадратическое отклонение уровня излучаемой мощности относительно номинального значения мощности передатчика достигает 2–4 дБ.

Важным информационным параметром при осуществлении контроля за функционированием РУ является уровень мощности побочных излучений.

Побочные излучения, как известно, представляют собой нежелательные излучения, которые возникают в радиопередающем устройстве в результате любых нелинейных процессов, кроме процесса модуляции передаваемого сигнала. Побочные излучения в зависимости от причин образования делятся на излучения на гармониках, комбинационные, паразитные и интермодуляционные. Чаще всего побочные излучения количественно характеризуются относительной мощностью $P_{\text{отн}}$ на частотах побочных излучений:

$$P_{\text{отн}} = 10 \lg(P_{\text{пб}}/P_{\text{ос}}), \quad (14)$$

где $P_{\text{пб}}$ – значение мощности побочного излучения; $P_{\text{ос}}$ – среднее значение мощности основного излучения.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

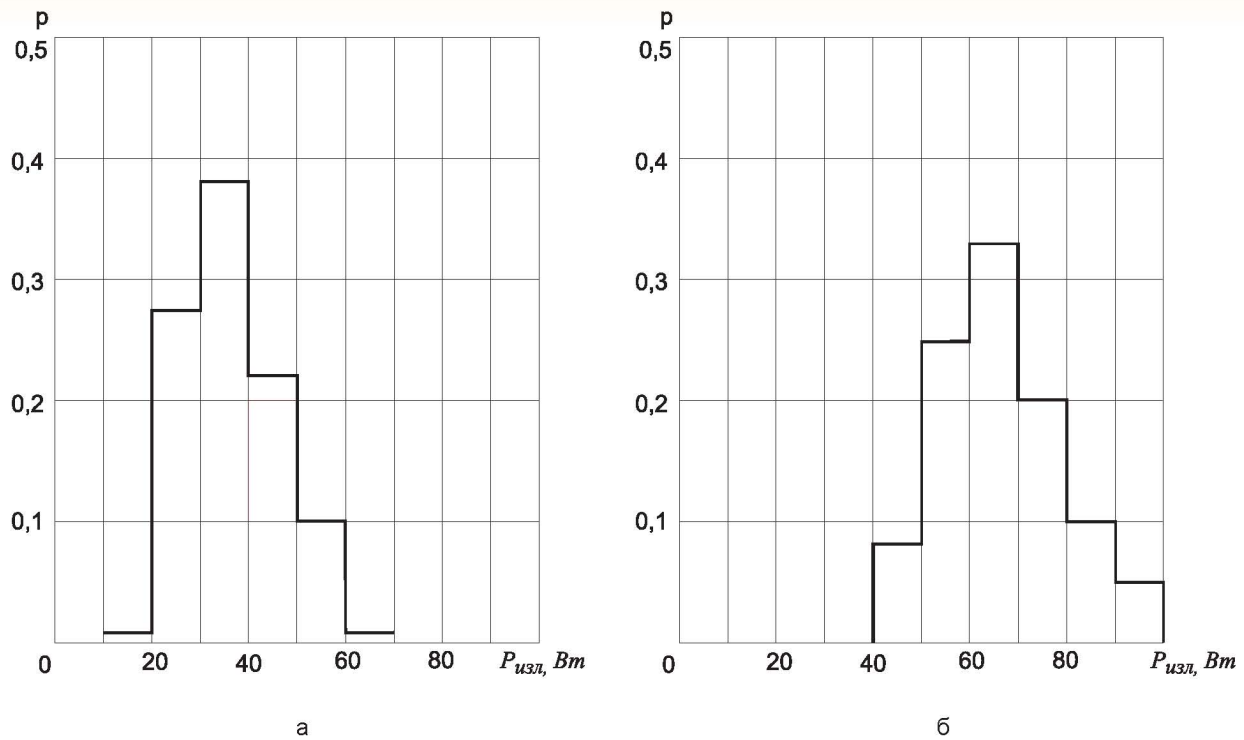


Рис. 2. Гистограммы распределения уровня мощности излучений радиоустройств

Чаще всего измеряется не $P_{отн}$, а спектральная плотность $S_{пб}$ побочных излучений:

$$S_{пб} = P_{отн} / \Delta f_{изм}, \quad (15)$$

где $\Delta f_{изм}$ – ширина полосы пропускания измерительного устройства.

В соответствии с существующими нормами на побочные излучения требуется снизить уровень этих излучений относительно уровня основного излучения на 40–60 дБ.

Однако методы измерения параметров радиоизлучений различны, что неизбежно ведет к различным результатам измерений.

Результаты экспериментальных исследований (рисунков 3) для радиоустройств УКВ диапазона с мощностью основного излучения 20 Вт (график 1) и 30 Вт (график 2) в рабочем диапазоне частот от 30 до 1000 МГц показывают, что спектральная плотность мощности побочных излучений $S_{пб}$ в области частотных расстройок $\pm 10\%$ достигает значений – 100 дБ/кГц.

В качестве модели, ха-

рактеризующей флуктуацию фазы сигналов, широко используется случайный винеровский процесс $\varphi(t)$, описываемый дифференциальным уравнением:

$$d\varphi / dt = n_{\varphi}(t), \quad (16)$$

где $n_{\varphi}(t)$ – стационарный белый шум с известными статистическими характеристиками

$$\langle n_{\varphi}(t) \rangle = 0; \langle n_{\varphi}(t_1) n_{\varphi}(t_2) \rangle = 0,5 N_{\varphi} \delta(t_2 - t_1), N_{\varphi} = const.$$

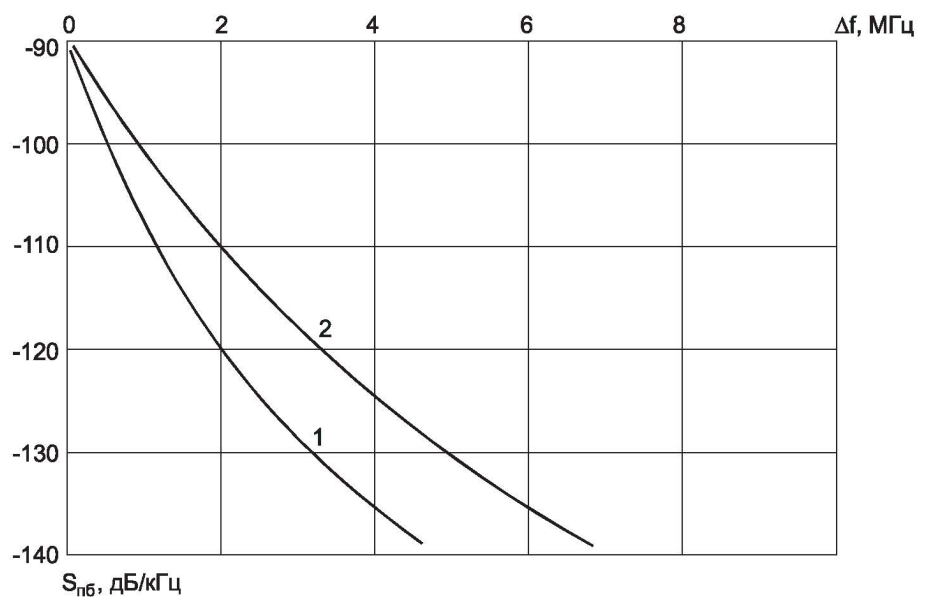


Рис. 3. Зависимость спектральной плотности мощности побочных излучений от частоты расстройки

Приведенные соотношения описывают изменение фазы колебаний опорных и тактовых автогенераторов радиопередающих устройств, обусловленное флуктуациями шумов элементов автогенераторов. В то же время проведенные экспериментальные исследования показали, что для современных автогенераторов характерно наличие отклонения (ухода) частоты f_c и φ_c фазы колебаний по причине изменения параметров окружающей среды и старения элементов схем.

Как известно, выходной сигнал идеального автогенератора (без флуктуаций и дрейфов) может быть представлен выражением:

$$S_i(t) = A_0 \cdot \cos 2\pi f_c t \quad (17)$$

где A_0 – амплитуда сигнала; f_c – номинальное значение частоты гармонических колебаний; t – время.

В реальных автогенераторах, в условиях наличия флуктуаций и дрейфов частоты и фазы, имеем:

$$S_a(t) = A_0 \cdot \cos[2\pi f_c t + \varphi(t)], \quad (18)$$

где $\varphi(t) = D_1 t^2 + \Delta\varphi \cdot \cos 2\pi F_m t + \varphi_0(t)$;

D_1 – коэффициент полиномиального ухода фазы второго порядка; F_m – модулирующая частота; $\varphi_0(t)$ – случайные флуктуации фазы.

Мгновенное значение частоты колебаний равно:

$$f(t) = \frac{1}{2\pi} \frac{d}{dt} [2\pi f_c(t) + \varphi(t)] = f_c + \frac{1}{2\pi} \frac{d\varphi(t)}{dt}$$

или

$$f(t) = f_c + \Delta f(t), \quad \text{при } |\Delta f(t)| \ll f_c. \quad (19)$$

Нормированное отклонение частоты $v(t)$ определяется как

$$v(t) = \frac{\Delta f(t)}{f_c}. \quad (20)$$

В качестве показателя стабильности частоты в частотной области Фурье-преобразования используем спектральную плотность частотных флуктуаций:

$$S_v(F) = \frac{1}{f_c^2} S_{\Delta f}(F), \quad (21)$$

где F – частота Фурье-преобразования.

В свою очередь, $S_{\Delta f}(F) = F^2 \cdot S_\varphi(F)$,

или

$$S_v(F) = \left(\frac{F}{f_c}\right)^2 \cdot S_\varphi(F). \quad (22)$$

Обобщенная статистическая модель спектральной плотности частотных флуктуаций, основанная на степенных функциях, может быть представлена соотношением:

$$S_v(F) = \begin{cases} \sum_{\alpha=-2}^{\alpha=+2} h_\alpha \cdot F^\alpha, & 0 \leq F \leq F_b; \\ 0, & F > F_b. \end{cases} \quad (23)$$

где $\alpha = -2, -1, 0, +1, +2$ – характеризует вид флук-

туаций; h_α – положительный коэффициент; F_b – верхняя граничная частота резкого спада уровня флуктуаций.

Для реального автогенератора $S_\varphi(F)$ может быть представлена следующей моделью:

$$S_\varphi(F) = K_1 \frac{F^2}{f_c^2} + K_2 \frac{F}{f_c} + K_3 \cdot f_c^2. \quad (24)$$

где K_1, K_2, K_3 – коэффициенты, определяющие уровни изменений фазы (соответственно K_1 – случайные изменения фазы, K_2 – фазовый фликкер-шум, K_3 – фазовый белый шум).

Оценка величины фазовых флуктуаций по величине дисперсии фазы может быть приведена на основе соотношения:

$$\sigma_\varphi^2 = (2\pi)^2 T^2 \left(\frac{\Delta f}{f_c}\right)^2 \text{ рад}^2 \quad (25)$$

при $\frac{\Delta f}{f_c} = 10^{-8}, f_c = 10^7 \text{ Гц}, T = 0,1 \text{ с}, \sigma_\varphi \approx 40^\circ$.

С учетом (20) дисперсия отклонения частоты может быть определена: $(\delta v)^2$

$$\langle \delta v^2 \rangle = \langle (\bar{v}_2 - \bar{v}_1)^2 \rangle. \quad (26)$$

На основе выражения (24) могут быть рассчитаны возможные отклонения частоты (и фазы) колебаний для заданного интервала времени.

Следует отметить, что приведенные результаты измерения амплитудно-частотных параметров сигналов в процессе функционирования радиоэлектронных средств не противоречат полученным ранее оценкам искажений радиосигналов по причине нелинейности и инерционности каналов связи, наличия внутренних, аддитивных и мультипликативных помех. По результатам этих оценок отдельных блоков радиосредств величина суммарных искажений уровня выходного сигнала относительно уровня входного сигнала достигает значений 20–30%.

Таким образом, в основу функциональной математической модели РУ может быть положен метод статистической линеаризации и фильтрации информационных параметров, обеспечивающий математическое статистическое описание изменений амплитудных, частотных и фазовых параметров радиоустройств.

Литература

1. Злобин В.И. Основополагающие принципы построения интеллектуальных систем управления автомобильным транспортом города / В.И. Злобин [и др.] // Известия института инженерной физики. – 2008. – № 4. – С. 22–26.
2. Злобин В.И. Интеллектуальные адаптивные системы и комплексы в связи и управлении: Монография / В.И. Злобин [и др.]. Серпухов: ИИФ, 2006. – 276 с.
3. Джонс М.Т. Программирование искусственно-интеллекта в приложениях / М.Тим Джонс: Пер. с англ. Осипов А.И. – М.: ДМК Пресс, 2006. – 312 с.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ, ОТДАВАЕМОЙ ВНУТРЕННЕЙ СТЕНКОЙ ВО ВНУТРЕННЮЮ СРЕДУ АСИММЕТРИЧНОГО ГИПЕРЗВУКОВОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Владимир Эрнестович Бородай

Лауреат государственной премии СССР,
кандидат технических наук,
старший научный сотрудник

МОУ «Институт инженерной физики»

Алексей Александрович Коробков

Серпуховской военной институт ракетных войск

Для решения задачи обеспечения постоянства температуры внутри отсека на всей протяженности полета [1] необходимо рассчитать параметры системы термостатирования. Основным параметром данной системы является количество теплоносителя, необходимое для выполнения условия:

$$T_{cp} = \text{const}. \quad (1)$$

Для этого необходимо рассчитать количество тепловой энергии, отдаваемое внутренней стенкой во внутреннюю среду асимметричного гиперзвукового летательного аппарата (ГЛА).

Количество тепловой энергии, отдаваемое внутренней стенкой во внутреннюю среду ГЛА вычисляется по формуле:

$$Q_{вн}(t) = k_n \int_{x_{нач}}^{x_{кон}} (T_{вн}(x, t) - T_{cp}) \cdot (p_в(x) + p_н(x)) dx, \quad (2)$$

где k_n – коэффициент теплообмена;

$T_{вн}(x, t)$ – абсолютная температура внутренней стенки;

T_{cp} – начальная абсолютная температура среды ($T_{cp} = 300\text{K}$);

$p_в(x), p_н(x)$ – соответственно, полупериметр верхней и нижней огибающей поперечного сечения ГЛА (рисунк 1).

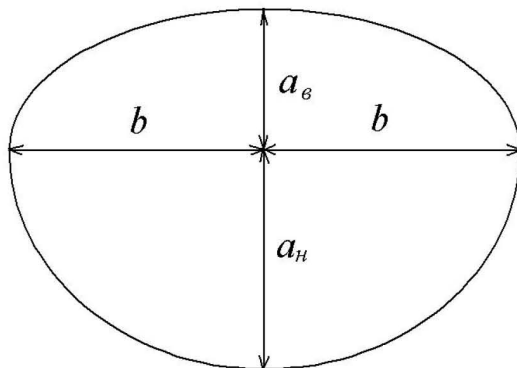


Рис. 1. Поперечное сечение ГЛА с эллиптической верхней поверхностью

$$p_в(x) = k_{p_в} \left(\pi \cdot \sqrt{\frac{1}{2} \cdot (a_в(x))^2 + (b(x))^2} \right), \quad (3)$$

$$p_н(x) = k_{p_н} \left(\pi \cdot \sqrt{\frac{1}{2} \cdot (a_н(x))^2 + (b(x))^2} \right), \quad (4)$$

где $k_{p_в}, k_{p_н}$ – соответственно, коэффициент соотношения полупериметров верхней и нижней огибающей вычисленные по точной и приближенной формулам [2];

$a_в(x), a_н(x)$ – верхняя и нижняя полуось конуса ЛА;

$b(x)$ – боковая полуось конуса ЛА.

$$k_{p_в} = \frac{P_{в_точн}}{P_{в_прибл}}, \quad (5)$$

$$k_{p_н} = \frac{P_{н_точн}}{P_{н_прибл}}, \quad (6)$$

где $P_{в_точн}, P_{в_прибл}$ – соответственно, полупериметр верхней огибающей, вычисленной по точной и приближенной формуле;

$P_{н_точн}, P_{н_прибл}$ – соответственно, полупериметр нижней огибающей, вычисленной по точной и приближенной формуле.

$$P_{в_точн} = 4a_{в_кон} \cdot \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sqrt{1 - \left(\frac{a_{в_кон}^2 - b_{кон}^2}{a_{в_кон}^2} \right) \cdot \sin^2(\theta)} d\theta, \quad (7)$$

$$P_{в_прибл} = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{1}{2} \cdot (a_{в_кон}^2 + b_{кон}^2)}, \quad (8)$$

$$P_{н_точн} = 4a_{н_кон} \cdot \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sqrt{1 - \left(\frac{a_{н_кон}^2 - b_{кон}^2}{a_{н_кон}^2} \right) \cdot \sin^2(\theta)} d\theta, \quad (9)$$

$$P_{н_прибл} = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{1}{2} \cdot (a_{н_кон}^2 + b_{кон}^2)}, \quad (10)$$

$$a_в(x) = \frac{a_{в_кон} - a_{в_нач}}{x_{кон} - x_{нач}} (x - x_{нач}), \quad (11)$$

ИНФОРМАЦИОННО – ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

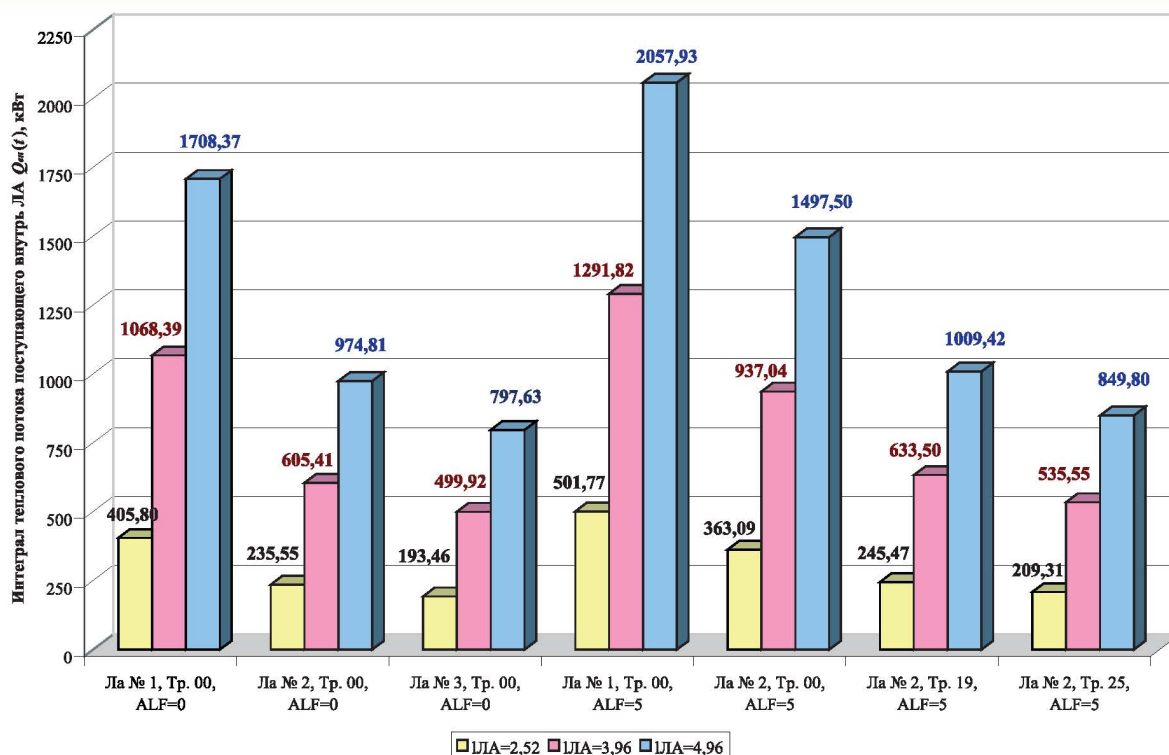


Рис. 2. Величина интеграла теплового потока поступившего внутрь ГЛА $Q_{\text{вн}}$

в зависимости от начальных параметров бросания (V_k, h_k, Θ_k), модели ГЛА, угла атаки α и длины ГЛА $l_{\text{ГЛА}}$

$$a_n(x) = \frac{a_{n_{\text{кон}}} - a_{n_{\text{нач}}}}{x_{\text{кон}} - x_{\text{нач}}} (x - x_{\text{нач}}), \quad (12)$$

$$b(x) = \frac{b_{\text{кон}} - b_{\text{нач}}}{x_{\text{кон}} - x_{\text{нач}}} (x - x_{\text{нач}}), \quad (13)$$

Где $x_{\text{нач}}, x_{\text{кон}}$ – координаты начала и конца по x ; $a_{\text{внач}}, a_{\text{вкон}}$ – верхние полюсы ЛА, соответствующие $x_{\text{нач}}, x_{\text{кон}}$;

$a_{\text{ннач}}, a_{\text{нкон}}$ – нижние полюсы ЛА, соответствующие $x_{\text{нач}}, x_{\text{кон}}$;

$b_{\text{нач}}, b_{\text{кон}}$ – боковые полюсы ЛА, соответствующие $x_{\text{нач}}, x_{\text{кон}}$.

По алгоритму, разработанном авторами, в математическом пакете MathCAD 14 была создана программа расчета тепловой энергии, отдаваемой внутренней стенкой во внутреннюю среду ГЛА. Результаты расчетов приведены на рисунках 2, 3.

Проведены оценочные расчеты массы теплоносителя (воды) необходимой для выполнения условия $T_{\text{ср}} = \text{const}$, результаты приведены в таблице 1.

Показатель количества тепла определяется по формуле:

$$k_s = \frac{Q_{\text{вн}}}{c_{\text{ти}}}, \quad (14)$$

где $Q_{\text{вн}}$ – величина тепловой энергии, отдаваемой внутренней стенкой во внутреннюю среду ГЛА; $c_{\text{ти}}$ – удельная теплоемкость теплоносителя.

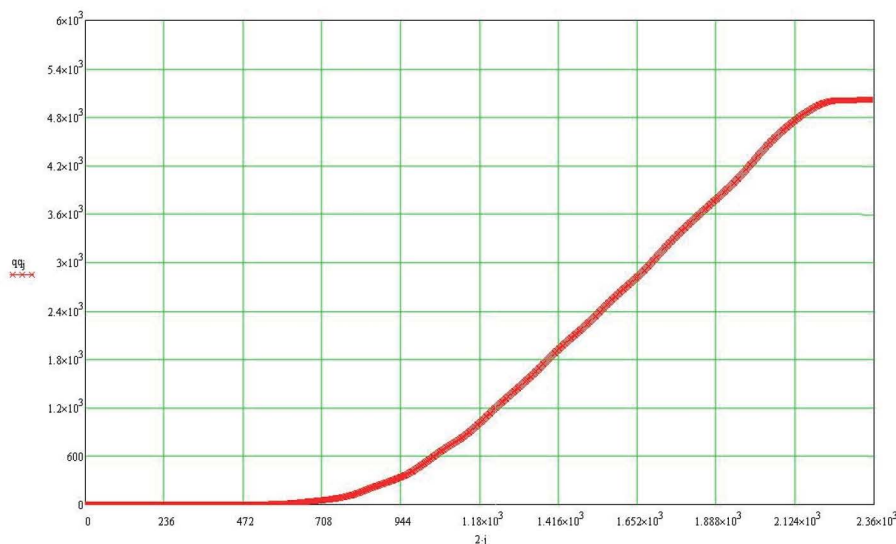


Рис. 3. Зависимость количества тепла $Q_{\text{вн}}(t)$, отданного внутренней стенкой во внутреннюю среду ГЛА от входа в атмосферу до текущего времени полета

ИНФОРМАЦИОННО – ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Таблица 1

Показатель количества тепла k_{Σ} (для воды) для различных ГЛА, траекторий, условий полета [3, 4]

Модель ЛА, № траектории, угол атаки	Длина ЛА $l_{ЛА}$, м		
	2,52	3,96	4,96
ЛА № 1, Тр. 00, ALF=0	96,62	254,38	406,76
ЛА № 2, Тр. 00, ALF=0	56,08	144,15	232,10
ЛА № 3, Тр. 00, ALF=0	46,06	119,03	189,91
ЛА № 1, Тр. 00, ALF=5	119,47	307,58	489,98
ЛА № 2, Тр. 00, ALF=5	86,45	223,11	356,55
ЛА № 2, Тр. 19, ALF=5	58,45	150,83	240,34
ЛА № 2, Тр. 25, ALF=5	49,84	127,51	202,33

Выводы

Анализ результатов позволяет сделать вывод о том, что величина теплового потока, отдаваемого внутренней стенкой во внутреннюю среду ГЛА (при прочих равных условиях) увеличивается при увеличении теплового потока к поверхности ГЛА, либо при уменьшении толщины пакета ТЗП.

Из анализа рисунка 3 рост графика количества тепла $Q_{от}(t)$, отданного внутренней стенкой во внутреннюю среду ГЛА от входа в атмосферу до текущего времени полета, видно, что до момента времени $t \approx 600$ с интеграл практически равен нулю, т.е. внешний тепловой поток не достиг внутренней стенки пакета ТЗП. Далее наблюдается значительный (практически линейный) рост интеграла до момента времени $t \approx 2200$ с, что обусловлено высокоинтенсивным подводом тепла к поверхности, а, следовательно, и большим количеством тепла, поступившего внутрь. С момента времени $t \approx 2200$ с и до окончания полета рост интеграла практически не наблюдается, график параллелен оси абсцисс. Это связано с резким уменьшением подводимо-

го тепла к поверхности ГЛА, а, следовательно, и прогрева ТЗП.

Если использовать в качестве теплоносителя, например, воду $\left(c_{ми} = 4200 \left[\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \right] \right)$,

то для выполнения условия (1) (ЛА № 1, Тр. № 00, $\alpha=0^\circ$, $l_{ЛА}=2,52$ м) необходим 1 кг воды, который нагреется на 96,62 град.

Литература

1. Лыков А.В. Теория теплопроводности. – М.: Высшая школа, 1967. – 600 с.: ил.
2. Дьяконов В.П. Энциклопедия Mathcad 2001i и Mathcad 11. – М.: СОЛОН-Пресс, 2004. – 832 с.: ил. (Сер. «Библиотека профессионала»).
3. Коробков А.А., Бородай В.Э., Горский В.В. и др. Модифицированная методика расчета тепловых потоков к поверхности асимметричных летательных аппаратов. Серпухов, МОУ «ИИФ». Известия ИИФ. – № 2. – 2008. – С. 38-46
4. Коробков А.А. Методика расчета температурных полей пакета теплозащитного покрытия гиперзвукового летательного аппарата. Серпухов, СВИ РВ. Сборник трудов XXVII Межрег. НТК «Проблемы эффективности и безопасности функционирования сложных технических и информационных систем (ПЭБФ СТИС)», 28-29 июня 2008 г. – Серпухов, 2008. – Часть 4. – С. 428-431.

РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ПРОГРЕВУ МНОГОСЛОЙНОГО ПАКЕТА ТЕПЛОЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ АСИММЕТРИЧНОГО ГИПЕРЗВУКОВОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Алексей Александрович Коробков

Серпуховской военной институт ракетных войск

Решая поставленную в [1] задачу по разработанным методикам [2, 3], были проведены расчёты толщины многослойного теплозащитного покрытия (ТЗП) асимметричного гиперзвукового летательного аппарата (ГЛА), обеспечивающей условие [4]:

$$T_{\text{вн}} \leq 330...340\text{K} \quad (1)$$

где $T_{\text{вн}}$ – температура на внутренней стенке силовой оболочки ГЛА.

Расчёты проводились для трех моделей ГЛА (см. таблицу 1 в [2]), совершающих движение по одной из трех траекторий (таблица 1, рисунок 1).

Таблица 1
Параметры бросания ГЛА

№ траектории	Скорость входа V_k , м/с	Угол наклона к ЛМГ θ_k , град	Баллистический коэффициент B	Аэродинамическое качество K	Дальность атмосферного полета $L_{\text{атм}}$, км
00	5150,0	0,0	5,00E-04	3,0	5694,24
19	6000,0	-10,0	1,00E-03	2,5	5724,98
25	6250,0	-15,0	1,00E-03	2,5	6956,57

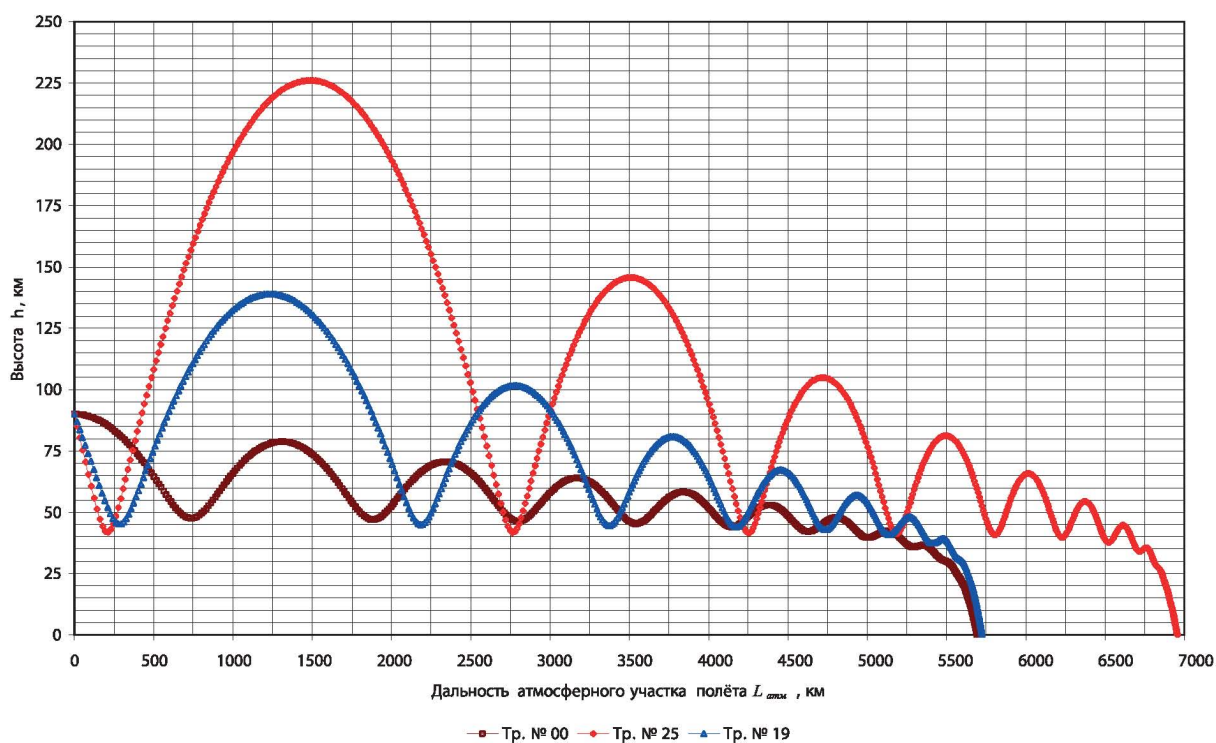


Рис. 1. Характерные траектории движения ГЛА

ИНФОРМАЦИОННО – ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Варианты сборок пакетов для боковой поверхности представлены на *рисунке 2*.

Моделирование процессов прогрева многослойного пакета ТЗП проводилось для вариантов сборок № 1 и № 2 (*рисунк 2*) со следующими толщинами каждого слоя (материала) начиная с наружного:

❖ пакет 1а – Карбосил-Т (3 мм), КССБ (10 мм), ТМК (variable), Стеклопластик (3 мм);

❖ пакет 1б – Карбосил-Т (3 мм), КССБ (variable), ТМК (10, 20, 30 мм), Стеклопластик (3 мм);

❖ пакет 2а – Карбосил-Т (3 мм), Тизам (10 мм), ТМК (variable), АМГ-6 (2 мм);

❖ пакет 2б – Карбосил-Т (3 мм), Тизам (variable), ТМК (10, 18, 20, 30 мм), АМГ-6 (2 мм).

Результаты вычислительного эксперимента по прогреву многослойного пакета ТЗП приведены в *таблицах 2а-2г* и на *рисунках 3, 4*.

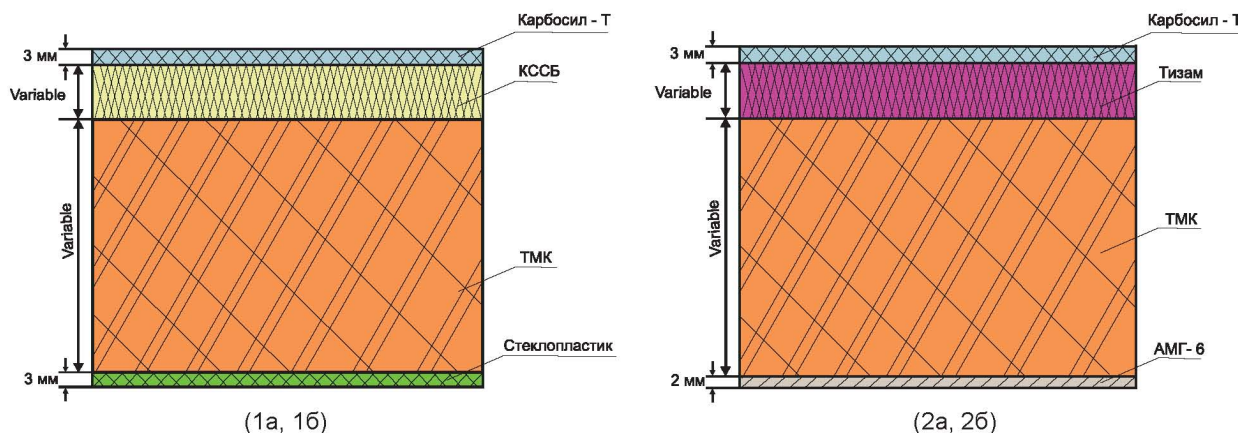


Рис. 2. (1а, 1б, 2а, 2б) Варианты сборок пакетов ТЗП

Таблица 2а

Значения толщин материала ТМК, мм (пакет № 1а, $l_{\text{ЛА}} = 2,52$ мм)

№ п/п	Модель ЛА, № траектории, угол атаки	Номера расчетных точек									
		«нижняя поверхность»					«верхняя поверхность»				
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	ЛА №1, Тр. №00, $\alpha=0^\circ$	44	37	34	32	30	44	37	34	32	30
2	ЛА №1, Тр. №19, $\alpha=0^\circ$	34	34	28	26	22	34	34	28	26	22
3	ЛА №1, Тр. №25, $\alpha=0^\circ$	32	30	28	24	20	32	30	28	24	20
4	ЛА №1, Тр. №00, $\alpha=5^\circ$	58	54	48	44	44	34	28	26	20	18
5	ЛА №1, Тр. №19, $\alpha=5^\circ$	46	44	40	34	34	30	26	18	16	12
6	ЛА №1, Тр. №25, $\alpha=5^\circ$	46	44	36	32	29	20	16	12	10	8
7	ЛА №2, Тр. №00, $\alpha=0^\circ$	44	37	34	32	30	-	-	28	24	22
8	ЛА №2, Тр. №19, $\alpha=0^\circ$	34	34	28	26	22	-	-	20	16	14
9	ЛА №2, Тр. №25, $\alpha=0^\circ$	32	30	28	24	20	-	-	20	16	12
10	ЛА №2, Тр. №00, $\alpha=5^\circ$	58	54	48	44	44	-	-	20	18	16
11	ЛА №2, Тр. №25, $\alpha=5^\circ$	46	44	36	32	20	-	-	14	12	8
12	ЛА №3, Тр. №00, $\alpha=0^\circ$	44	37	34	32	30	-	-	26	22	20
13	ЛА №3, Тр. №19, $\alpha=0^\circ$	34	34	28	26	22	-	-	18	16	14
14	ЛА №3, Тр. №25, $\alpha=0^\circ$	32	30	28	24	20	-	-	18	14	12
15	ЛА №3, Тр. №00, $\alpha=5^\circ$	58	54	48	44	44	-	-	20	16	14
16	ЛА №3, Тр. №25, $\alpha=5^\circ$	46	44	36	32	29	-	-	12	10	8

ИНФОРМАЦИОННО – ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Таблица 2б
Значения толщин материала КССБ, мм (пакет № 1б)

№ п/п	Модель ЛА, № траектории, угол атаки	Номера расчетных точек							
		«нижняя поверхность»				«верхняя поверхность»			
		$h_{ТМК}$	4	5	6	$h_{ТМК}$	9	10	11
1	ЛА №2, Тр. №00, $\alpha=5^\circ$	30	28	24	22	10	22	20	19
2	ЛА №2, Тр. №25, $\alpha=5^\circ$	20	28	28	26	24	20	18	13
3	ЛА №3, Тр. №00, $\alpha=0^\circ$	20	19	19	16	13	10	19	16
4	ЛА №3, Тр. №25, $\alpha=5^\circ$	20	32	22	20	10	18	16	12

Таблица 2в
Значения толщин материала ТМК, мм (пакет № 2а)

№ п/п	Модель ЛА, № траектории, угол атаки	Номера расчетных точек									
		«нижняя поверхность»					«верхняя поверхность»				
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	ЛА №1, Тр. №00, $\alpha=0^\circ$	48	48	28	38	34	48	48	48	38	34
2	ЛА №1, Тр. №19, $\alpha=0^\circ$	-	-	40	34	26	-	-	40	34	26
3	ЛА №1, Тр. №25, $\alpha=0^\circ$	38	34	28	24	24	38	34	28	24	24
4	ЛА №1, Тр. №00, $\alpha=5^\circ$	58	58	54	48	48	-	-	-	-	-
5	ЛА №1, Тр. №19, $\alpha=5^\circ$	58	54	54	48	38	-	-	-	-	-
6	ЛА №1, Тр. №25, $\alpha=5^\circ$	-	-	42	38	35	-	-	16	8	5
7	ЛА №2, Тр. №00, $\alpha=0^\circ$	48	48	48	38	34	-	-	30	28	24
8	ЛА №2, Тр. №19, $\alpha=0^\circ$	-	-	40	34	26	-	-	28	22	16
9	ЛА №2, Тр. №25, $\alpha=0^\circ$	38	34	28	24	24	-	-	24	16	12
10	ЛА №2, Тр. №00, $\alpha=5^\circ$	58	58	54	48	48	-	-	26	18	16
11	ЛА №2, Тр. №19, $\alpha=5^\circ$	58	54	54	48	38	-	-	12	8	5
12	ЛА №2, Тр. №25, $\alpha=5^\circ$	-	-	42	38	35	-	-	22	16	10
13	ЛА №3, Тр. №00, $\alpha=0^\circ$	48	48	48	38	34	-	-	38	34	24
14	ЛА №3, Тр. №19, $\alpha=0^\circ$	-	-	40	34	26	-	-	24	20	14
15	ЛА №3, Тр. №25, $\alpha=5^\circ$	38	34	28	24	24	-	-	24	16	10
16	ЛА №3, Тр. №00, $\alpha=5^\circ$	58	58	54	48	48	-	-	26	22	20
17	ЛА №3, Тр. №19, $\alpha=5^\circ$	58	54	54	48	38	-	-	12	10	8
18	ЛА №3, Тр. №25, $\alpha=5^\circ$	-	-	42	38	35	-	-	10	8	5

ИНФОРМАЦИОННО – ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Таблица 2г

Значения толщины материала Тизам, мм (пакет №2б, для расч. точек «нижней» поверхности $h_{ТМК}=30$ мм, для №№1, 2 «верхней» поверхности $h_{ТМК}=30$ мм, для №№3, 5 $h_{ТМК}=20$ мм, для №6 $h_{ТМК}=10$ мм, для №7 $h_{ТМК}=18$ мм)

№ п/п	Модель ЛА, № траектории, угол атаки	Номера расчетных точек									
		«нижняя поверхность»					«верхняя поверхность»				
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	ЛА №1, Тр. №00, $\alpha=0^\circ$	64	48	44	38	34	64	48	44	38	34
2	ЛА №1, Тр. №25, $\alpha=0^\circ$	64	64	54	48	48	64	64	54	48	48
3	ЛА №1, Тр. №00, $\alpha=5^\circ$	68	68	68	48	44	-	-	46	38	30
4	ЛА №1, Тр. №19, $\alpha=5^\circ$	48	48	40	38	34	-	-	-	-	-
5	ЛА №1, Тр. №25, $\alpha=5^\circ$	-	-	-	-	-	-	-	20	12	6
6	ЛА №2, Тр. №00, $\alpha=5^\circ$	68	68	68	48	44	-	-	64	62	50
7	ЛА №2, Тр. №25, $\alpha=5^\circ$	-	-	-	-	-	-	-	22	16	8

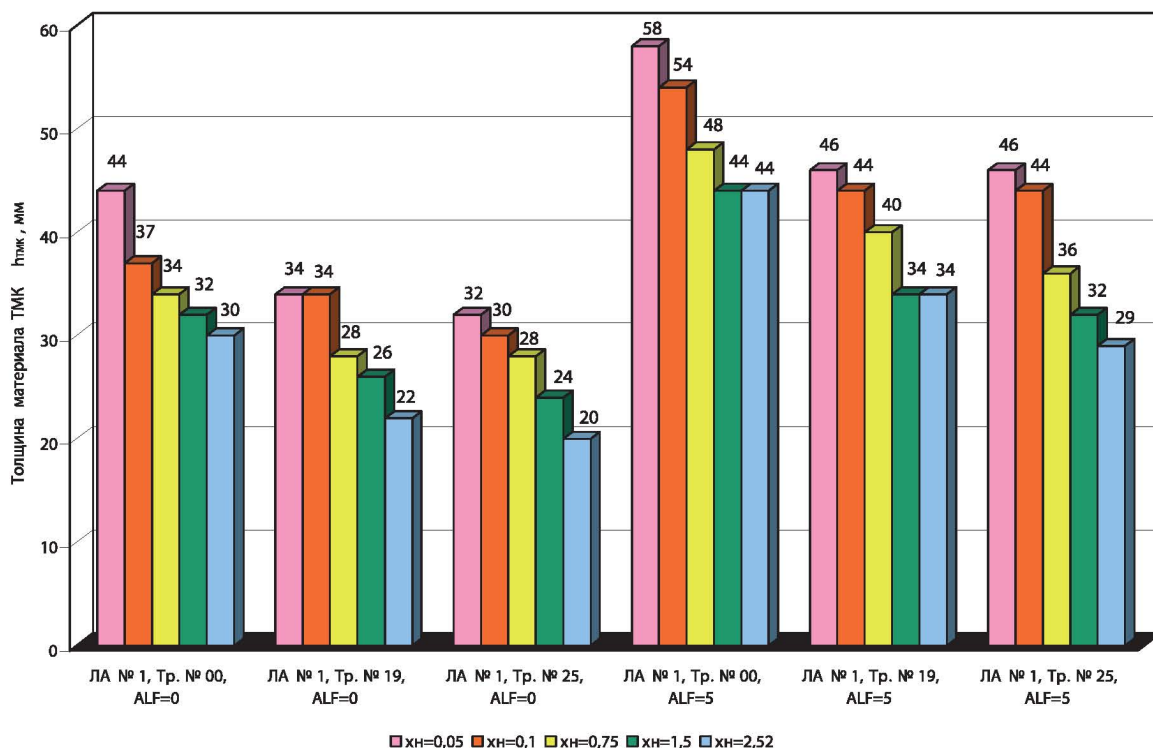


Рис. 3. Толщина материала ТМК $h_{ТМК}$ в зависимости от начальных параметров бросания (V_k, h_k, Θ_k) и угла атаки α (ГЛА №1, «нижняя» поверхность, пакет №1а)

Выводы:

1. Толщина варьируемого слоя пакета ТЗП в расчетной точке (а, следовательно, и самого пакета) зависит от интеграла теплового потока, подводимого к этой точке.

2. Наиболее предпочтительным с точки зрения минимума толщины варьируемого слоя пакета ТЗП в расчетной точке является применение

пакета 1а [Карбосил-Т (3 мм), КССБ (10 мм), ТМК (variable), Стеклопластик (3 мм)] – рисунок 2.

3. Наибольшей толщиной в соответствующих расчетных точках нижней поверхности обладает ЛА №1, 2, 3 совершающий полет по траектории №00 с углом атаки $\alpha=5^\circ$, следовательно, соответствующая толщина пакета ТЗП в соответствующих расчетных точках будет достаточной

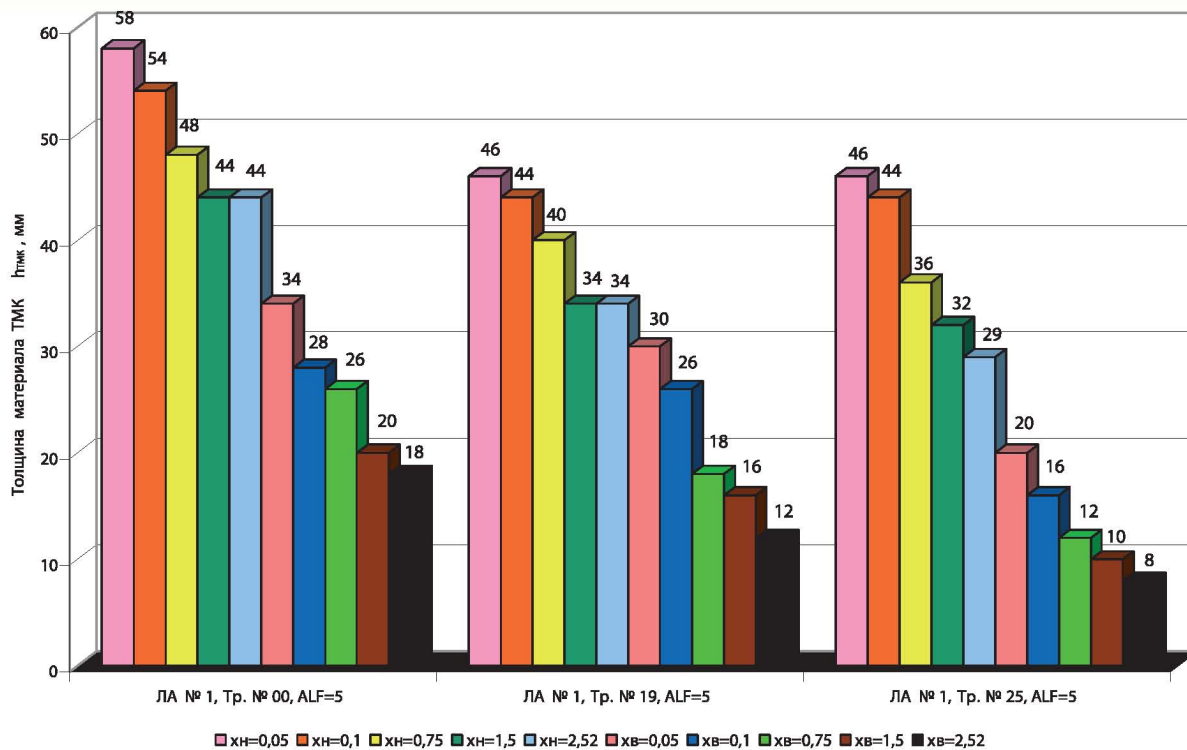


Рис. 4. Толщина материала ТМК $h_{ТМК}$ в зависимости от начальных параметров бросания (V_k, h_k, Θ_k) (ГЛА №1, $\alpha=5^\circ$, пакет № 1а)

для обеспечения теплозащиты боковой поверхности ГЛА, совершающего движение по любой из расчетных траекторий.

Литература

1. Коробков А.А. Постановка задачи определения оптимальной массы многослойного теплозащитного покрытия гиперзвуковых летательных аппаратов аэробаллистического типа с учетом изменяемой геометрии поверхности // Сб. трудов XXII Межвед. НТК «Проблемы эффективности и безопасности функционирования сложных технических систем», 1-4 июля 2003 г. – Серпухов, 2003. – Часть 1. – С. 311-314.

2. Коробков А.А., Бородай В.Э., Горский В.В. и др. Модифицированная методика расчета тепловых потоков к поверхности асимметричных летательных аппаратов. Серпухов, МОУ «ИИФ». Известия ИИФ. – № 2. – 2008. – С. 38-46

3. Коробков А.А. Методика расчета температурных полей пакета теплозащитного покрытия гиперзвукового летательного аппарата. Серпухов, СВ ИРВ. Сборник трудов XXVII Межрег. НТК «Проблемы эффективности и безопасности функционирования сложных технических и информационных систем (ПЭБФ СТИС)», 28-29 июня 2008 г. – Серпухов, 2008. – Часть 4. – С. 428-431.

4. Лыков А.В. Теория теплопроводности. – М.: Высшая школа, 1967. – 600 с.: ил.

ПОВЫШЕНИЕ ДОСТОВЕРНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КОДОВОГО КОНТРОЛЯ УСТРОЙСТВ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

Олег Владимирович Хоруженко

МОУ «Институт инженерной физики»

Введение и постановка задачи

Эффективность автоматизированных систем управления, информационных комплексов, средств вычислительной и измерительной техники, устройств хранения и передачи информации в значительной степени определяется достоверностью информации, которая обрабатывается в данных системах [1].

В свою очередь, достоверность функционирования цифровых устройств существенно зависит от выбранного метода обнаружения ошибок (обнаруживающей способности выбранного метода контроля информации и аппаратурных затрат необходимых для реализации данного метода). В настоящее время для этой цели наиболее широко используется метод контроля на четность, который требует минимальных аппаратурных затрат для обнаружения ошибок двоичного набора. Недостатком данного метода является низкая обнаруживающая способность, так как обнаруживаются только нечетные ошибки. В то же время опыт эксплуатации дискретных устройств показывает, что вероятным событием является возникновение как нечетных так и четных ошибок [1], т.е. основным недостатком метода контроля на четность является невозможность обнаружения четных ошибок.

Гораздо большую обнаруживающую способность имеет метод контроля информации по mod3, однако реализация данного метода требует больших аппаратурных затрат на построение схем сверток и временных затрат, связанных с задержкой прохождения сигнала.

В связи с этим, возникает необходимость в разработке метода контроля информации, обнаруживающего четные и нечетные ошибки без увеличения числа контрольных разрядов и при минимальных аппаратурных и временных затратах (соизмеримых с затратами на метод контроля на четность).

Обоснование метода кодирования информации

Пусть исходный двоичный набор представлен тремя информационными разрядами, количество которых кратно трем:

$$Y = x_1, x_2, x_3, \dots, x_N. \quad (1)$$

Осуществим кодирование исходной информации по правилу:

$$Y_K = x_1, x_2, x_3, \dots, x_N, x_2 \oplus x_3, \oplus x_4, \dots, x_N \quad (2)$$

т.е. при формировании контрольного разряда: $r = x_2 \oplus x_3 \oplus x_4 \oplus \dots \oplus x_N$ не используется значение первого информационного разряда x_1 .

Таким образом, кодовый набор представляется в виде:

$$Y_K = x_1, x_2, x_3, \dots, x_N, r. \quad (3)$$

При считывании информации с устройства хранения (передачи) информации, относительно значений информационных разрядов производится повторное формирование значения контрольного разряда r_{II} :

$$r_{II} = x_2 \oplus x_3 \oplus x_4 \oplus \dots \oplus x_N. \quad (4)$$

Полученное значение контрольного разряда сравнивается со значением считанного (переданного) контрольного разряда:

$$\lambda = r \oplus r_{II}, \quad (5)$$

при этом результат сравнения является признаком ошибки.

Устройство содержит ошибку, если $\lambda=1$, ошибки нет, если: $\lambda=0$. В таблице 1 представлена обнаруживающая способность полученного кода относительно безошибочного пятиразрядного кодового набора: $Y_K = 00000$.

Примечание.

Символом “*” обозначен признак обнаруживаемой ошибки; символом “-” – не обнаруживаемой; наклонным шрифтом представлены четные

МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ

Таблица 1

№ п/п	Безошибочный кодовый набор	Признак обнаружения ошибки	№ п/п	Безошибочный кодовый набор	Признак обнаружения ошибки
	Ошибочные кодовые наборы	λ		Ошибочные кодовые наборы	λ
1	00001	*	16	<u>10000</u>	-
2	00010	*	17	10001	*
3	<u>00011</u>	-	18	10010	*
4	00100	*	19	10011	-
5	<u>00101</u>	-	20	10100	*
6	<u>00110</u>	-	21	10101	-
7	00111	*	22	10110	-
8	01000	*	23	10111	*
9	<u>01001</u>	-	24	11000	*
10	<u>01010</u>	-	25	11001	-
11	01011	*	26	11010	-
12	<u>01100</u>	-	27	11011	*
13	01101	*	28	11100	-
14	01110	*	29	11101	*
15	<u>01111</u>	-	30	11110	*
			31	11111	-

ошибки, при этом жирным наклонным шрифтом выделены обнаруживаемые четные ошибки; подчеркнутым шрифтом выделена не обнаруживаемая одиночная ошибка.

Анализ *таблицы 1* позволяет выявить следующие свойства предлагаемого метода кодирования информации:

Свойство 1. Из $2^N - 1$ ошибочных кодовых наборов обнаруживается 50% ошибочных наборов, т.е. предлагаемый метод имеет одинаковую обнаруживающую способность с методом контроля на четность.

Свойство 2. Предлагаемый метод позволяет обнаруживать 50% нечетных ошибок (для рассматриваемого примера из 16 нечетных ошибок обнаруживается 8).

Свойство 3. Предлагаемый метод позволяет обнаруживать 50% четных ошибок (для рассма-

триваемого примера из 15 четных ошибок обнаруживается 8).

Свойство 4. Не обнаруживается одиночная ошибка первого информационного разряда x_1 , который не участвует в формировании контрольного разряда.

Таким образом, предлагаемый метод имеет такую же обнаруживающую способность как и метод контроля на четность, но позволяет обнаруживать четные ошибки. Данный метод целесообразно использовать тогда, когда существует повышенная вероятность появления двойных (четных) ошибок.

Литература

1. Коган Б.М., Мкртумян И.Б. Основы эксплуатации ЭВМ. – М: Энергоатомиздат, 1988. – 430 с.
2. Щербаков Н.С. Самокорректирующееся дискретные устройства. – М.: Машиностроение, 1975. – 216 с.

СИСТЕМЫ СВЯЗИ

ЧАСТОТНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ НЕДВОИЧНЫХ СИГНАЛЬНО-КОДОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ЦИФРОВЫХ СИСТЕМАХ РАДИОСВЯЗИ

Владимир Владимирович Зеленовский
доктор технических наук, профессор

Виктор Анатольевич Прасолов

Александр Александрович Зинкин

Серпуховской военной институт ракетных войск

Известна система передачи и приема цифровых сигналов [1, 2]. Цифровая выборка содержит $k=8$ информационных символов и подлежит кодированию q -ичным кодом, где q – основание кода для последующей его передачи радиосигналами.

Выбор параметров кода (n, k, d_{min}, q) , где n – длина кода, $k=8$ – число информационных символов, d_{min} – минимальное кодовое расстояние, определяет достоверность приема дискретного сообщения в условиях воздействия помех. Введение высокой избыточности помехоустойчивого кодирования позволяет обеспечить высокую корректирующую способность кода. Однако существенным недостатком такого способа повышения помехоустойчивости является увеличение энергии (E_c), расходуемой на передачу дискретного сообщения.

Исходя из вышесказанного, актуальна задача выбора оптимального способа кодирования цифрового сообщения ($k=8$), который позволяет обеспечивать заданную вероятность ошибочного декодирования цифровой выборки при минимальных затратах энергии, расходуемой на передачу. Критерий оптимальности способа кодирования запишем в виде:

$$\min_{q, n} P_{ош} \text{ при } \begin{cases} E_c = \text{const}; \\ k = 8. \end{cases} \quad (1)$$

При выборе способа кодирования учитывают качество канала связи, основной характеристикой которого является вероятность ошибки в приеме элемента кода p_0 .

Будем считать, приемник осуществляет некогерентный прием частотно-манипулированных сигналов, в условиях воздействия аддитивной помехи типа флуктуационный шум. В этом случае вероятность ошибки в приеме элемента кода определяется выражением [3]:

$$p_0(h_0^2, M) = \sum_{i=1}^{M-1} (-1)^{i+1} C_{M-1}^i \frac{i}{i+1} \cdot \exp\left(-\frac{i}{i+1} h_0^2\right), \quad (2)$$

$$\text{где } C_{M-1}^i = \frac{(M-1)!}{i!(M-1-i)!};$$

$$h_0^2 = \frac{E_c(M)}{N_{ш}} - \text{отношение энергии сигнала } E_c \text{ к спектральной плотности флуктуационной помехи } N_{ш};$$

M – основание модуляции.

Графики зависимостей $p_0(M) = f(h_0^2, M)$ для такого приемника представлены на рисунке 1.

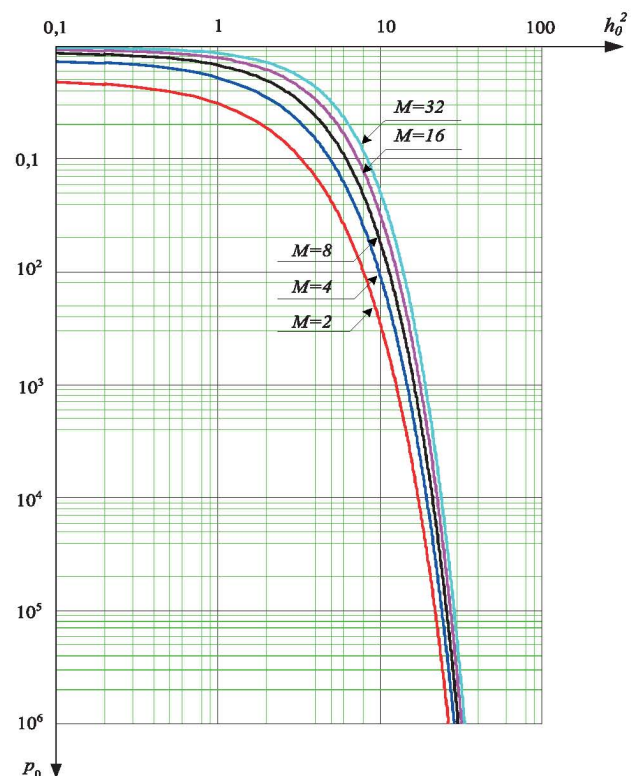


Рис. 1. Графики зависимостей $p_0(M) = f(h_0^2, M)$ при некогерентной демодуляции сигналов частотной телеграфии

СИСТЕМЫ СВЯЗИ

Известно, что эффективным способом повышения помехоустойчивости является согласование оснований кода и модуляции [4]. Другими словами, при использовании в канале M -ичной модуляции целесообразно применять q -ичный код ($M=q$). При этом искажение (неправильный прием) в канале одного символа сигнала приведет к искажению (неправильному приему) только одного символа кода.

Переход к использованию недвоичных кодовых комбинаций (КК) будем осуществлять путем отображения двоичных КК ($q=2$) в недвоичном базисе полей Галуа. Для этого необходимо задать основание поля Галуа (q). Тогда символы кода можно представить в виде $\{0, 1, \alpha, \alpha^2, \alpha^3, \dots, \alpha^{q-2}\}$, где α – примитивный элемент поля Галуа, число которых равно основанию поля (q). Каждому элементу поля Галуа ставится однозначно соответствующая m -разрядная двоичная КК. Число разрядов двоичного представления q -ного символа определяется как $m = \log_2 q$. Тогда параметры недвоичного (q -го) кода (N, K, D) можно получить по формулам [4]:

$$N = \frac{n}{m}; K = \frac{k}{m}; D = \left\lceil \frac{d_{\min}}{m} \right\rceil, \quad (3)$$

где $\lceil \cdot \rceil$ – большее целое число.

Зададимся двоичным корректирующим кодом GF($q=2$), полученным в дискретном базисе Уолша-Адамара [3], с параметрами (128,8,64). Он удобен для решаемой задачи, так как имеет $k=8$. Произведем преобразования для синтеза множества недвоичных кодов ($q \neq 2$) в поле GF(q).

Зададимся основанием поля Галуа GF($q=4$). Символы кода можно представить в виде $\{0, 1, \alpha, \alpha^2\}$. Число разрядов двоичного представления q -ого символа $m = \log_2 q = 2$. Назначим соответствие, которое должно быть известно на приемной стороне: $0 \leftrightarrow 00$; $1 \leftrightarrow 10$; $\alpha \leftrightarrow 01$; $\alpha^2 \leftrightarrow 11$. Согласно (3) получим параметры недвоичного кода в базисе поля GF($q=4$): $N = \frac{128}{2} = 64$; $K = \frac{8}{2} = 4$; $D = \frac{64}{2} = 32$.

Проведем аналогичные преобразования для GF($q=16$). Для получения кодов в базисе GF($q=32$ и $q=64$) преобразуем код с параметрами (128,8,64) к виду (125,8,61) и (126,8,62) путем укорочения на 2 и 3 символа соответственно. Рассчитанные параметры кодов сведем в таблицу 1.

Таблица 1
Параметры недвоичных кодов

	GF($q=2$)	GF($q=4$)	GF($q=16$)	GF($q=32$)	GF($q=64$)
N	128	64	32	25	21
K	8	4	2	8/5	8/6
D	64	32	16	13	11

Число кодовых комбинаций (M_K) для любого основания q кода определяется как q^K . Равенство $M_K^2 = M_K^4 = M_K^{16} = M_K^{32} = M_K^{64} = 256$ свидетельствует о корректности проведенных преобразований.

Таким образом, исследуется группа блочных кодов: (128,8,64) с $q=2$; (64,4,32) с $q=4$; (32,2,16) с $q=16$; (25,8/5,13) с $q=32$; (21,8/6,11) с $q=64$. Общим для них является:

- а) все они переносят 8 бит информации;
- б) для передачи информации ($k=8$) затрачивается одинаковая энергия.

Расчет вероятности ошибочного декодирования кодовой комбинации будем проводить по выражению [3]:

$$P_{Oш} = 1 - \sum_{i=0}^{t_u} C_n^i p_0^i (M)^{n-i} [1 - p_0(M)]^{n-i}, \quad (4)$$

где $t_u = \left\lfloor \frac{D-1}{2} \right\rfloor$ – число ошибок, гарантированно исправляемых кодом;

$\lfloor \cdot \rfloor$ – меньшее целое число.

Графики зависимостей $P_{Oш} = f[p_0(M)]$ для вышеуказанной группы кодов представлены на рисунке 2.

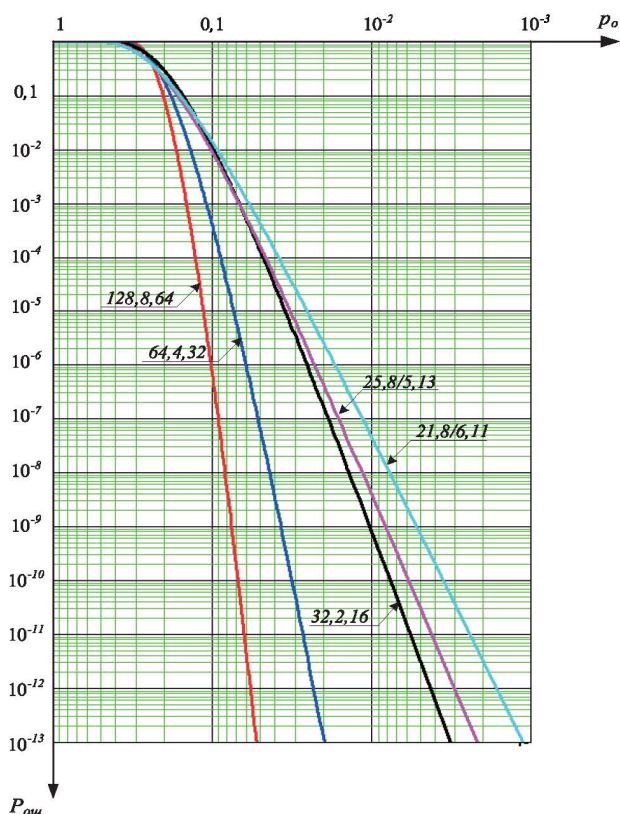


Рис. 2. Графики зависимостей $P_{Oш} = f[p_0(M)]$

Проведем анализ помехоустойчивости группы кодов при фиксированной энергии сигнала. В этом случае имеющаяся энергия ($E_c = const$) рас-

СИСТЕМЫ СВЯЗИ

Таблица 2
Вероятность ошибочного декодирования

h_0^2	$P_{ош}$				
	(128,8,64)	(64,4,32)	(32,2,16)	(25,8/5,13)	(21,8/6,11)
	$h_0^2(M=2)$	$h_0^2(M=2)\log_2 4$	$h_0^2(M=2)\log_2 16$	$h_0^2(M=2)\log_2 32$	$h_0^2(M=2)\log_2 64$
2	0,038	0,02	$1,623 \cdot 10^{-3}$	$1,659 \cdot 10^{-4}$	$6,202 \cdot 10^{-5}$
2,5	$9,89 \cdot 10^{-4}$	$2,047 \cdot 10^{-4}$	$4,714 \cdot 10^{-6}$	$1,834 \cdot 10^{-7}$	$4,227 \cdot 10^{-8}$
3	$8,93 \cdot 10^{-6}$	$7,109 \cdot 10^{-7}$	$6,048 \cdot 10^{-9}$	$9,908 \cdot 10^{-11}$	$1,672 \cdot 10^{-11}$
3,5	$3,672 \cdot 10^{-8}$	$1,196 \cdot 10^{-9}$	$4,917 \cdot 10^{-12}$	$3,553 \cdot 10^{-14}$	$4,774 \cdot 10^{-15}$

пределяется на n символов, поэтому энергия, приходящаяся на кодовый символ, равна $\frac{E_c}{n}$. Дальнейшие рассуждения будем обосновывать графико-аналитическим методом. Для этого зададимся отношением сигнал/шум на элемент двоичного кода (128,8,64) $h_0^2(M=2) = 2$. По рисунку 1 для $M=2$ определяем значение $p_0(M=2) \approx 0,2$, а по рисунку 2 для кода (128,8,64) получим соответствующее $p_0(M=2) \approx 0,2$ значение $P_{ош} \approx 0,03$. Аналогичную процедуру расчетов выполним для исследуемой группы кодов, учитывая, что увеличение основания кода q приводит к увеличению отношения $h_0^2(M=q)$ в $\log_2 q$ раз по сравнению с двоичным кодированием $h_0^2(M=2)$; при этом

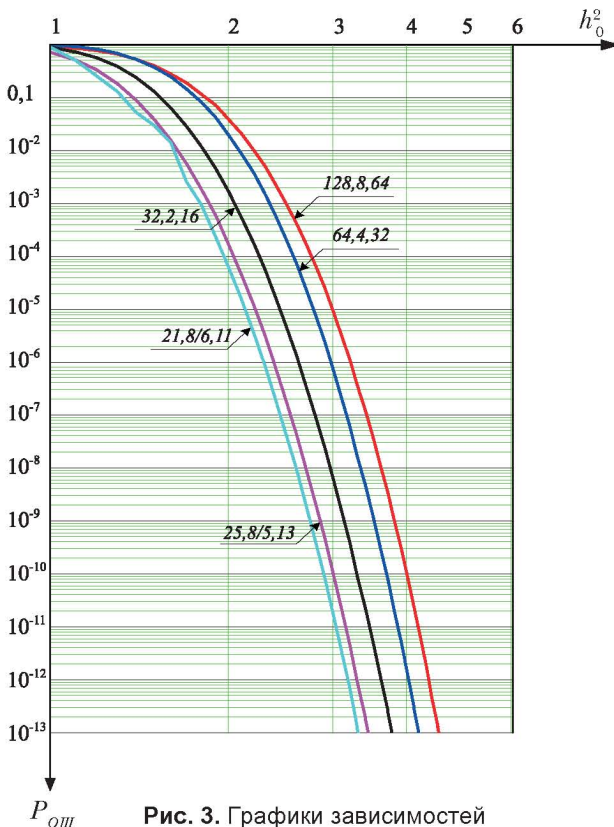


Рис. 3. Графики зависимостей $P_{ош} = f(h_0^2(M=2), \log_2 q, M = q)$

$E_c = const, k = const$. Рассчитанные данные сведем в таблицу 2.

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод, что при $E_c = const, k = const$ переход к недвоичной сигнально-кодовой конструкции ($M \neq 2, q \neq 2; M = q$) приводит к уменьшению вероятности ошибочного декодирования $P_{ош}$. Энергетический выигрыш от применения недвоичного кодирования растет по мере увеличения

требований на значение достоверности приема дискретного сообщения.

Графики зависимостей

$P_{ош} = f(h_0^2(M=2), \log_2 q, M = q)$ при $E_c = const, k = const$ для исследуемых кодов представлены на рисунке 3.

Анализ полученных зависимостей показывает, что кодом, соответствующим критерию оптимальности (1), является код с параметрами (21,8/6,11):

- применение кода (21,8/6,11) при фиксированной энергии ($h_0^2 = 3$) позволяет уменьшить вероятность $P_{ош}$ примерно на пять порядков по сравнению с двоичным кодированием;
- для обеспечения $P_{ош} = 10^{-9} = const$ применение кода (21,8/6,11) позволяет уменьшить энергию, расходуемую на передачу, на 28% по сравнению с двоичным кодом.

Недостатком использования сигналов M -ичной частотной телеграфии (ЧТ) является расширение полосы частот, которую занимает система передачи. Рассмотрим случай, когда приемник осуществляет некогерентный прием сигналов относительной фазовой телеграфии (ОФТ), достоинством которых является узкая полоса спектра сигнала (увеличение основания модуляции M не требует ее расширения). В этом случае вероятность ошибки в приеме элемента кода определяется выражением [2]:

$$p_0(h_0^2, M) = \operatorname{erfc} \left[\sqrt{\frac{h_0^2 \cdot \log_2 M}{2}} \cdot \left(\sqrt{1 + \sin\left(\frac{\pi}{M}\right)} - \sqrt{1 - \sin\left(\frac{\pi}{M}\right)} \right) \right], \quad (5)$$

где $\operatorname{erfc}(x) = 1 - \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-t^2} dt$ - функция ошибок.

По аналогии с сигналами ЧТ для исследуемой группы кодов построим графические зависимости вероятности ошибки в приеме элемента кода $p_0(M) = f(h_0^2, M)$ (рисунк 4) и вероятности ошибки $P_{ош}$ от энергетических затрат (рисунк 5) в цифровой системе передачи сигналов ОФТ ($E_c = const, k = const$).

СИСТЕМЫ СВЯЗИ

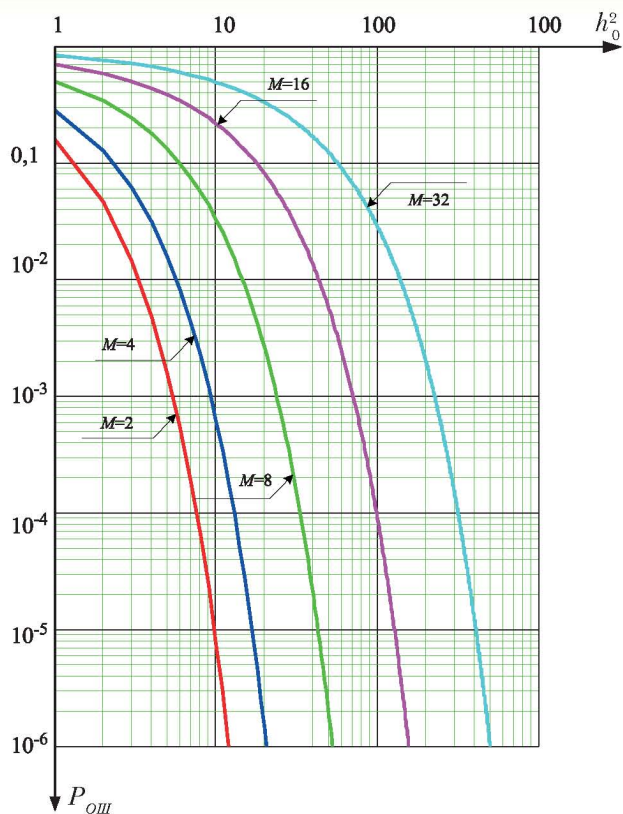


Рис. 4. Графики зависимостей $p_0(M) = f(h_0^2, M)$ при некогерентной демодуляции сигналов ОФТ

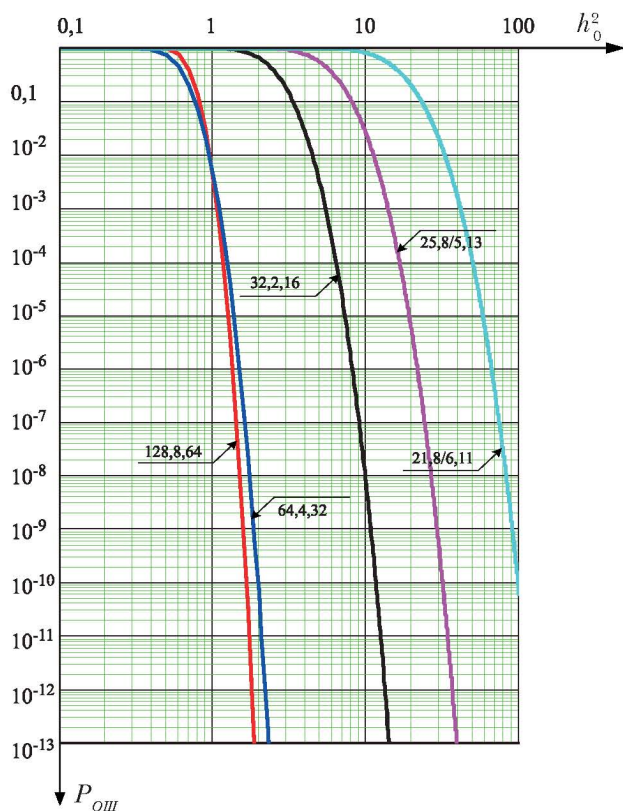


Рис. 5. Графики зависимостей $P_{ош} = f(h_0^2, \log_2 q, M = q)$

Анализ полученной зависимости (рисунк 5) показывает, что при фиксированной энергии сигнала преимущества недвоичного кодирования над двоичным в системе с ОФТ проявляются на отрезке h_0^2 (код с параметрами (64,4,32), $q=4$). В остальных случаях увеличение основания поля Галуа, а значит и основания модуляции, ведет к резкому увеличению энергии, необходимой для обеспечения заданной $P_{ош}$.

При использовании ОФТ символы сигнала лежат на окружности и отстоят друг от друга на угол $\varphi = \frac{2\pi}{M}$ [2]. Радиус окружности определяется энергией сигнала E_c . С увеличением основания модуляции происходит сближение соседних символов (уменьшение φ), и при больших значениях M они становятся малоразличимы. Поэтому для поддержания вероятности ошибки на прежнем уровне необходимо увеличивать энергию сигнала E_c (радиус окружности), что недопустимо, так как не соответствует критерию оптимальности (1).

Если же при использовании сигналов связи с ОФТ не стоит задача обеспечения гарантированной достоверности, а требуется обеспечить наибольшее число каналов передачи, функционирующих в выделенном частотном диапазоне, то переход к использованию недвоичных сигнально-кодовых конструкций имеет место.

Таким образом, в соответствии с критерием (1), в зависимости от вида сигнала наиболее оптимальным является:

- для сигналов ЧТ – код с параметрами ($N=21, K=8/6, D=11; q=64$);
- для сигналов ОФТ – коды с параметрами ($N=128, K=8, D=64; q=2$) и ($N=64, K=4, D=32; q=4$).

Сравним значения вероятностей в зависимости от энергетических затрат для данных кодов (рисунки 3 и 5), результаты сравнения представим в виде таблицы 3.

Таблица 3

h_0^2	$P_{ош}$		
	(21,8/6,11) ЧТ	(128,8,64) ОФТ	(64,4,32) ОФТ
0,5	0,984	0,961	1,0741
1	0,80	$4,47 \cdot 10^{-3}$	$4,968 \cdot 10^{-3}$
1,5	0,029	$1,352 \cdot 10^{-8}$	$1,03 \cdot 10^{-6}$
2	$6,2 \cdot 10^{-5}$	$5,884 \cdot 10^{-15}$	$6,488 \cdot 10^{-11}$

Анализ представленных расчетов (таблица 3) позволяет сделать вывод, что при отсутствии ограничений на использование вида сигнала (ЧТ или ОФТ), оптимально использованные системы, реализующей некогерентный при-

СИСТЕМЫ СВЯЗИ

ем/передачу сигналов ОФТ с параметрами кодирования ($N=128, K=8, D=64; q=2$) и ($N=64, K=4, D=32; q=4$). В свою очередь, задача выбора оптимального способа кодирования дополнительно

сводится к выбору способа модуляции сигнала в зависимости от требований, предъявляемых к цифровой системе передачи.

Литература

1. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. – М.: Высшая школа, 2003. – 462с.
2. Гаранин М.В. и др. Системы и сети передачи информации: Учебное пособие для вузов / М.В. Гаранин, В.И. Журавлёв, С.В. Кунегин. – М.: Радио и связь, 2001. – 336 с.
3. Дж. Кларк мл., Дж. Кейн. Кодирование с исправлением ошибок в системах цифровой связи: Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1987. – 392с.
4. Блох Э.А., Зяблов В.В. Обобщенные каскадные коды. – М.: Связь, 1976. – 240 с.



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

РАЗРАБОТКА

Физических средств защиты

Аппаратно-программных комплексов, навигационных систем и комплексов

Нанотехнологий, элементов и систем нанокэвитроники

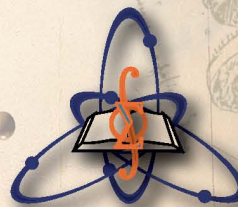
Общесистемных исследований

Сложных систем и средств

ИССЛЕДОВАНИЯ

Проблем повышения отказоустойчивости и достоверности функционирования специализированных ЭВМ

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ИИФ РФ



Эффективности инфокоммуникационных систем

Энергетических процессов

Вопросов информационной безопасности

Выполнение прочностных исследований

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ПАКЕТНОЙ СЕТИ РАДИОСВЯЗИ МЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА С МНОГОМЕРНЫМИ МАРШРУТАМИ ПЕРЕДАЧИ СООБЩЕНИЙ

Сергей Евгеньевич Орехов

кандидат технических наук

Серпуховской военный институт
ракетных войск

Иван Николаевич Ваганов

кандидат технических наук

12 ГУ МО РФ

В настоящее время одной из основных проблем, возникающих при построении перспективных и модернизации существующих инфокоммуникационных систем, является проблема эффективного использования пропускной способности (ПС) их транспортных сетей. Транспортная, или коммуникационная, сеть предназначена для обеспечения информационного взаимодействия абонентских систем (терминалов). Она представляет собой совокупность физической среды передачи информации (линий связи) и аппаратно-программных средств (АПС), реализующих функции физического, канального, сетевого и транспортного уровней модели взаимодействия открытых систем [1].

Эффективность использования ПС транспортной сети (далее сети связи) зависит от производительности АПС, реализованной ПС линий связи, топологии сети и алгоритмов (протоколов) ее функционирования. Тенденцией развития современных сетей связи является совершенствование АПС канального и физического уровня (каналоформирующего оборудования), позволяющих уже сейчас обеспечить канальные скорости передачи до 10 Гбит/с (оптоволоконные системы передачи информации), а в ближайшей перспективе и более. Этот факт обуславливает достаточность использования в высокоскоростных сетях связи протоколов одномерной маршрутизации, которые положены в основу программного обеспечения существующих маршрутизаторов. Сравнительная простота реализации одномерных алгоритмов маршрутизации и высокая скорость передачи информации по сформированным маршрутам, на первый взгляд, подтверждает нецелесообразность применения в таких сетях многомерных маршрутов [2].

Однако не всё так однозначно. На самом деле, вся реализованная ПС канала распределяется по жесткой схеме мультиплексирования на ряд подканалов со стандартными значения-

ми битовых скоростей передачи. Мультиплексирование (демультиплексирование) при этом осуществляется в целях рационального использования имеющегося канального ресурса. Таким образом, абонент сети, как правило, может получить доступ только к ресурсу ПС одного из подканалов группового тракта, что, безусловно, существенно ограничивает скорость передачи информации во вторичной сети. Еще сложнее аналогичная ситуация складывается в транспортной сети с низкоскоростными каналами связи, такими как радиоканалы диапазонов коротких и метровых волн [2, 3].

Каким же образом повысить скорость передачи различного типа трафика в случае ограниченных ресурсов ПС каналов сети связи? Протоколы одномерной маршрутизации ориентированы на передачу сообщения по оптимальному пути, представляющему собой последовательное соединение каналов связи. Такое соединение может быть как предустановленным (передача пакетов по соединениям виртуальных каналов), так и выполняемым в ходе продвижения пакетов сообщения по сети (дейтаграммная передача).

И в первом, и во втором случае сохраняется принцип одномерности передачи пакетов, который определяет максимально возможную скорость информационного обмена v_{\max} между двумя корреспондирующими абонентами согласно выражению:

$$v_{\max} = \max\{v(\Omega_1), v(\Omega_2), \dots, v(\Omega_j), \dots, v(\Omega_n)\}, \quad (1)$$

где $v(\Omega_i)$ – скорость, реализованная в Ω_i -м одномерном маршруте передачи (ОМП), которая, в свою очередь, может быть найдена по выражению:

$$v(\Omega_i) = \min\{v(c_1), v(c_2), \dots, v(c_j), \dots, v(c_k)\}, \quad (2)$$

где $v(c_j)$ – скорость передачи в c_j -м канале связи, являющимся j -м звеном Ω_i -го ОМП.

Исходя из изложенного, становится очевидно, что повышение v_{\max} на основе применения в сети связи ОМП возможно лишь путем экстенсивного увеличения значений канальных ско-

СИСТЕМЫ СВЯЗИ

ростей $v(c_j)$. В случае фиксированных значений канальных скоростей повышение v_{\max} целесообразно осуществить при помощи многомерного маршрута передачи (ММП), реализованная ПС которого может быть найдена из выражения:

$$v_{\max} \leq \sum_{i=1}^n v(\Omega_i). \quad (3)$$

Однако, как показано в [3], формирование таблицы многомерной маршрутизации связано с проблемой большой размерности и существенной вычислительной сложностью. Следовательно, необходимо учесть опыт разработки методов и устройств одномерной маршрутизации для снижения сложности алгоритмов функциониро-

вания перспективных многомерных маршрутизаторов. Рассмотрим модель одномерного маршрутизатора в целях его совершенствования до многомерного аналога.

Основная функция маршрутизатора – чтение заголовков пакетов сетевых протоколов, принимаемых и буферизируемых по каждому порту (например, IPX, IP, AppleTalk или DECnet), и принятие решения о дальнейшем маршруте следования пакета по его сетевому адресу, включающему, как правило, номер сети и номер узла. Функциональная модель маршрутизатора с четырьмя портами, реализующими физические интерфейсы 10Base-T, 10Base-2, UTP и V.35, представлена на *рисунке 1*.

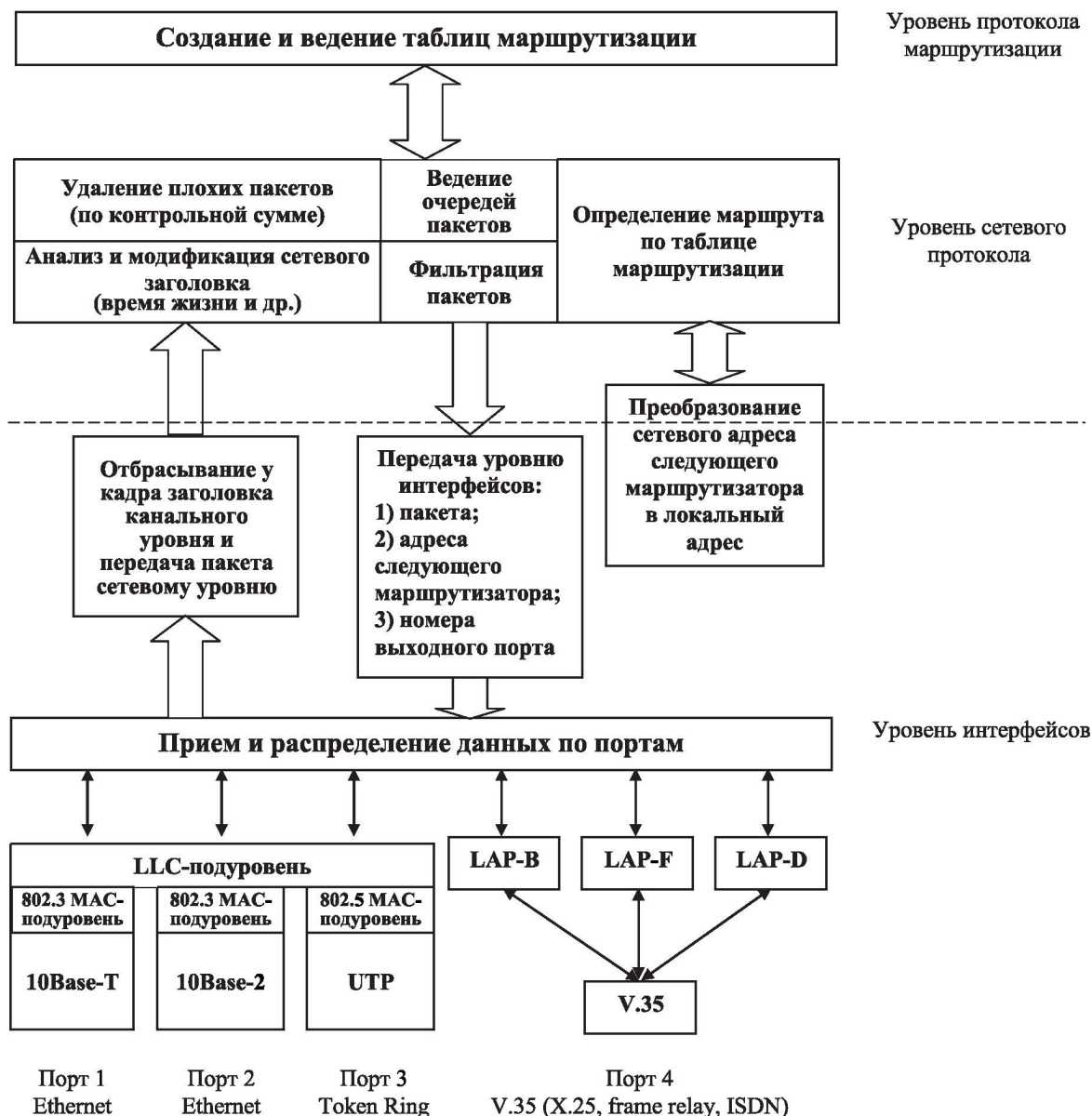


Рис. 1. Функциональная модель одномерного маршрутизатора

СИСТЕМЫ СВЯЗИ



Рис. 2. Вариант формирования линейного (последовательного) ММП

Согласно представленной модели маршрутизатор на нижнем уровне обеспечивает физический интерфейс со средой передачи, включая согласование уровней электрических сигналов, линейное и логическое кодирование, оснащение определенным типом разъема. Сетевой протокол, в свою очередь, извлекает из пакета заголовок сетевого уровня и анализирует содержимое его полей в целях выполнения таких важных функций маршрутизатора как фильтрация трафика и определение маршрута пакета. По номеру сети, извлеченному из заголовка пакета, модуль сетевого протокола находит в таблице маршрутизации строку, содержащую сетевой адрес следующего маршрутизатора, и номер порта, на который нужно передать данный пакет, чтобы он двигался в правильном направлении. Если в таблице отсутствует запись о сети назначения пакета, и к тому же нет записи о маршру-

рутизаторе по умолчанию, то данный пакет отбрасывается.

Протоколы маршрутизации обеспечивают при этом построение и поддержание (коррекцию) содержимого таблицы маршрутизации, используемой сетевыми протоколами. Таблица маршрутизации в упрощенном варианте содержит информацию о номере сети назначения, сетевом адресе следующего маршрутизатора, сетевом адресе выходного порта и расстоянии до итоговой сети назначения.

На рисунке 2 представлен вариант формирования ММП в виде линейного (последовательного) соединения доменов сети связи, в каждом из которых сформирован свой, частный, многомерный маршрут. Домен представляет собой небольшую (несколько единиц маршрутизаторов) подсеть с высокой связностью. Очевидно, что задача маршрутизации на уровне соедине-

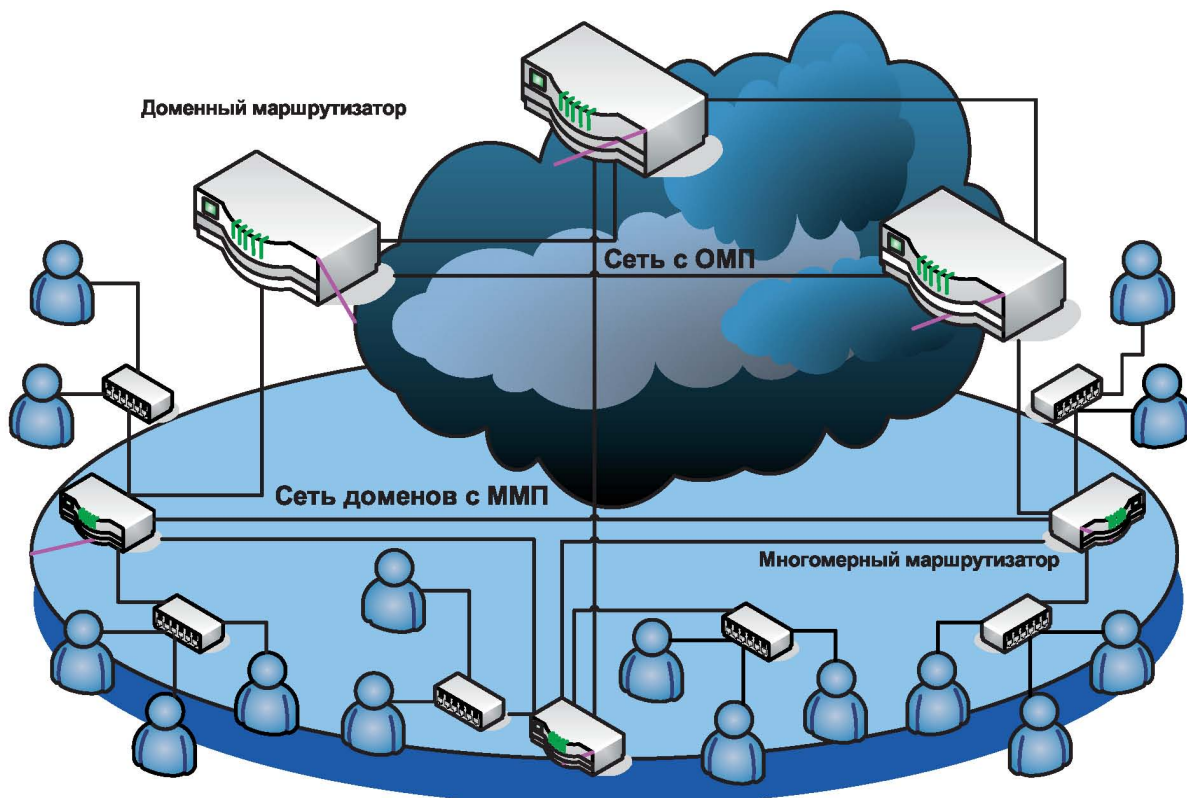


Рис. 3. Схема построения сети связи с многомерными маршрутами передачи сообщений

СИСТЕМЫ СВЯЗИ

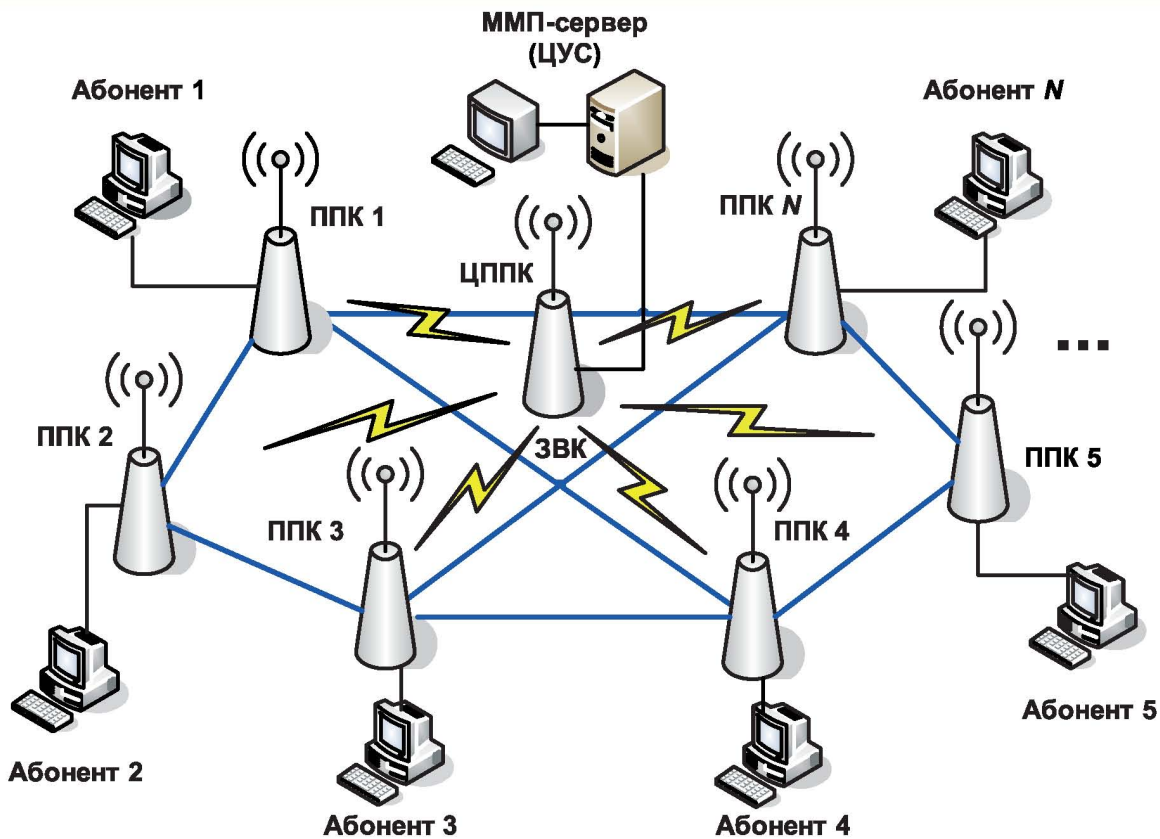


Рис. 4. Схема построения пакетной сети радиосвязи с многомерными маршрутами передачи сообщений

ния доменов решается известными одномерными методами, а внутри домена – многомерными, представленными в [2, 3].

Согласно такому подходу модернизация одномерного маршрутизатора сводится к незначительным доработкам его аппаратно-программного комплекса для реализации функции поиска и формирования на сети связи оптимального ММП с максимально возможной скоростью передачи информации.

На рисунке 3 представлена схема построения сети связи с ММП, которая отражает основную концептуальную идеологию синтеза таких сетей при децентрализованном управлении процедурой маршрутизации. Децентрализованное управление поиском и формированием ММП позволяет каждому многомерному маршрутизатору самостоятельно на основе имеющейся у него информации о связности и загруженности доменной сети осуществлять многомерную или одномерную маршрутизацию сообщений. Это, с одной стороны, в значительной мере повышает устойчивость (живучесть) сети связи к внешним и внутренним дестабилизирующим факторам, однако с другой стороны, снижает эффективность использования пропускной способно-

сти сети и повышает ее стоимость вследствие усложнения аппаратно-программных средств входящих в ее состав многомерных маршрутизаторов.

На рисунке 4 представлена схема построения пакетной сети радиосвязи метрового диапазона с ММП сообщений. Изображенная на рисунке схема реализована по принципу централизованного управления поиском и формированием ММП, который заложен в протоколы функционирования приемопередающих комплексов (ППК) абонентов радиосети и ММП-сервера, являющимся центром управления сетью (ЦУС). Основными функциями ЦУС являются мониторинг состояния каналов сети, оперативная коррекция маршрутной информации и формирование ММП.

Использование в рассматриваемой сети ППК метрового диапазона позволяет обеспечить при сравнительно невысоких мощностях передатчиков размер домена в несколько десятков километров (до 30–50 км). Управление маршрутизацией внутри домена осуществляется через запросно-вызывной канал (ЗВК), который сформирован центральным ППК (ЦППК) и ППК абонентов, находящихся в данном домене. В ЗВК реа-

СИСТЕМЫ СВЯЗИ

лизован принцип временного разделения каналов и, следовательно, маршрутная информация о структуре формируемого ММП передается на одной частоте всем абонентским ППК.

Централизация управления пакетной радиосетью наряду с преимуществом, выраженном в оптимальном и оперативном распределении канального ресурса системы связи (коммутация и маршрутизация), имеет и характерный недостаток: низкую живучесть сети. Обусловлено это тем, что выход из строя ЗВК влечет за собой потерю управления всей радиосетью-доменом. Основной причиной выхода из строя ЗВК является поражение его помехами различного типа и происхождения. Для повышения помехоустойчивости ЗВК используются широкополосные сигналы (ШПС) с базой $B > 1000$, формируемые, как правило, генераторами М-последовательности. Следует отметить, что вследствие низкого быстродействия таких генераторов скорость передачи информации в ШПС каналах невысокая и достигает значения 1000 бит/с. Такая скорость явно недостаточна для организации эффективного управления радиосетью с несколькими (до десяти) абонентскими станциями. Повышение оперативности ЗВК при обеспечении заданных требований по помехоустой-

чивости возможно на основе использования генераторов псевдослучайных последовательностей (ПСП), синтезируемых клеточными автоматами (КА).

На *рисунке 5* представлена программная модель устройства расширения спектра широкополосного канала передачи данных на основе КА. Данная программа позволяет исследовать правила построения КА, генерирующего ПСП с хорошими (оптимальными) корреляционными свойствами, чему посвящены дальнейшие исследования.

Литература

1. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации: Учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. / А.П. Пятибратов, А.П. Гудыно, А.А. Кириченко; Под ред. А.П. Пятибратова – М.: Финансы и статистика, 2004. – 512 с.
2. Цимбал В.А., Орехов С.Е. Алгоритм формирования плана коммутации по схеме «точка-точка» в сети интегрального обслуживания с многомерными маршрутами передачи. Сборник трудов XXIII МНТК – Серпухов, 2004. – С. 90–93.
3. Орехов С.Е., Шабанов А.К. Обоснование основных этапов разработки маршрутизатора, обеспечивающего многомерную передачу потоков информации. Труды РНТОРЭС им. А.С. Попова – Москва, 2008. – С. 27–33.

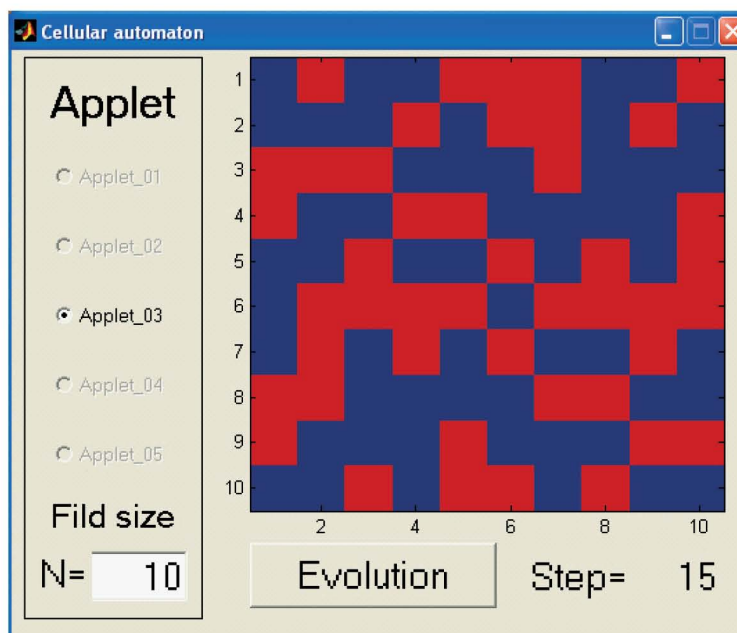


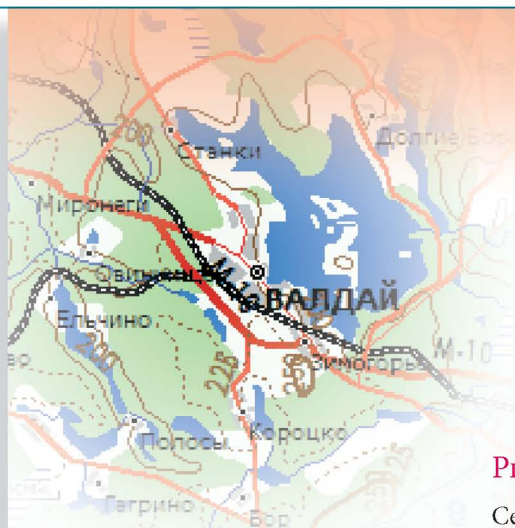
Рис. 5. Программная модель устройства расширения спектра широкополосного канала передачи данных на основе клеточных автоматов

НАВИГАЦИЯ

КОРРЕКЦИЯ ПОКАЗАНИЙ СПУТНИКОВЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПО ИНФОРМАЦИИ ЦИФРОВЫХ КАРТ ДОРОГ

Ринат Наилевич Садеков

Серпуховской военный институт ракетных войск



Введение

В силу своих положительных свойств (глобальность, высокая точность, независимость от погодных условий, времени года и суток) спутниковые навигационные системы (СНС) нашли широкое применение при решении различного рода навигационных задач. И прежде всего задач автомобильной навигации. Для определения координат местоположения автомобиля нет необходимости установки сложных и дорогих навигационных систем счисления пути, необходимо иметь лишь GPS-приемник, по данным которого всегда можно легко и оперативно определить действительное положение объекта на местности, а также спланировать и оптимально проложить маршрут движения.

Однако в силу особенностей спутниковых систем в процессе их функционирования точность определения координат может меняться. Физическими причинами возникновения таких ситуаций, прежде всего, являются малая мощность сигналов поступающих от навигационных спутников, а следовательно, возможность их рассеивания и отражения, что резко уменьшает количество информации, участвующей в обработке, и снижает точность определения координат. Такая ситуация может быть вызвана плотной городской застройкой, туннелями и другими препятствиями при движении в городской черте, лесными массивами, горами при движении по пересеченной местности. В силу данных обстоятельств точность работы навигационных систем может быть ухудшена, что в условиях автомобильной навигации приводит к ситуациям потери «курса» или «маршрута движения» и даже авариям [3, 6].

Поэтому общемировой тенденцией и практикой является создание так называемых интегрированных систем, в которых приемная аппаратура спутниковых навигационных систем дополняется различными источниками избыточной навигационной информации.

Примером таких систем являются инерциально-спутниковые системы [2]. В них инерциальные средства обеспечивают осреднение погрешностей СНС и выработку навигационных параметров в случае пропадания радиосигналов от навигационных спутников, а СНС позволяет избежать возрастания погрешностей во времени, присущее инерциальным навигационным системам (ИНС). Очевидно, что интегрированные системы характеризуются более высокими массой, габаритами и стоимостью, которая для самых простых образцов составляет 20000 рублей, что во многом является одной из причин поиска и использования других источников избыточной информации.

В качестве еще одного источника дополнительной информации применение, которого позволяет повысить качество функционирования СНС при решении задач автомобильной навигации, рассматриваются цифровые карты дорог (ЦКД) [1, 3, 5]. Это объясняется как минимум двумя причинами: первая – движение автомобиля только по дорогам, вторая – объективное использование карты местности (включаящей ЦКД) для визуализации местоположения объекта при использовании современных GPS-навигаторов. В современных геоинформационных системах ЦКД представляется в виде совокупности отрезков, которые с заданной точностью описывают положение дороги на местности. Информация о ЦКД хранится в запоминающем устройстве навигационной системы.

Идея использования ЦКД состоит в том, чтобы «спроецировать» точку, координаты которой определены с погрешностями СНС, на дорогу, уточнив этим местоположение автомобиля. Обоснование направления, вдоль которого осуществляется перенос координат СНС на ЦКД и является предметом данной статьи.

Постановка задачи и ее решение

Имеются прямоугольные координаты объекта, полученные по данным СНС – x, y , а также информация, характеризующая положение ЦКД на местности (координаты концов участков дороги) по которой осуществляет движение мобильный объект. Необходимо скорректировать координаты выработанные СНС по имеющейся информации ЦКД.

Математическая модель СНС

Спецификой СНС является отсутствие процесса накопления погрешностей с течением времени ее работы [6], что позволяет с большой достоверностью использовать в качестве математической модели ее погрешностей нормальный закон распределения:

$$f(x, y) = \frac{1}{2\pi \sqrt{D_x \cdot D_y - K^2}} e^{-\frac{(x-m_x)^2 D_y + (y-m_y)^2 D_x - 2K(x-m_x)(y-m_y)}{2(D_x \cdot D_y - K^2)}} \quad (1)$$

где m_x, m_y, D_x, D_y – соответствующие математические ожидания и дисперсии погрешностей СНС по осям X и Y ;

K – коэффициент корреляции.

Математическая модель ЦКД

Математическая модель ЦКД представлена совокупностью точек, которые с заданной точностью описывают положение дороги на местности. На рисунке 1 показан участок дороги $T_1 T_2$. Длина участка дороги равна L , ширина дороги равна $2e$, а угловое положение дороги относительно оси X определяется дирекционным углом a [5].

Для использования введенных параметров дороги L и e необходимо перейти от системы координат XU к vl связанной с отрезком ЦКД. Ось v при этом будет перпендикулярна отрезку $T_1 T_2$, а l параллельна.

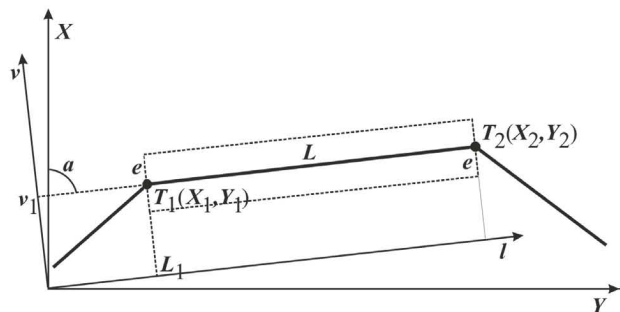


Рис. 1. Изображение ЦКД в плоскости

Для перехода от системы координат kl к XY и наоборот, воспользуемся следующими уравнениями:

$$\begin{aligned} L_1 &= X_1 \cdot \cos(a) + Y_1 \cdot \sin(a) & X_1 &= L_1 \cdot \cos(a) + v_1 \cdot \sin(a) \\ v_1 &= X_1 \cdot \sin(a) - Y_1 \cdot \cos(a) & Y_1 &= L_1 \cdot \sin(a) - v_1 \cdot \cos(a) \end{aligned} \quad (2)$$

где X_1, Y_1, L_1, v_1 – начальные координаты в осях XU и vl соответственно.

Решение

Плотность распределения погрешностей СНС в системе координат vl находится по выражению [4]:

$$f(l, v) = f(x(l, v), y(l, v)) \cdot |det A| \quad (3)$$

где $|det A|$ – якобиан от функции X_1, Y_1 по переменным l, v .

Якобиан равен:

$$|det A| = \begin{vmatrix} \frac{\partial X_1}{\partial L_1} & \frac{\partial X_1}{\partial v_1} \\ \frac{\partial Y_1}{\partial L_1} & \frac{\partial Y_1}{\partial v_1} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \cos(a) & \sin(a) \\ \sin(a) & -\cos(a) \end{vmatrix} = |-1| = 1 \quad (4)$$

С учетом выражений (1), (3) и (4), имеем:

$$f(l, v) = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{1}{\sqrt{D_x \cdot D_y - K^2}} \exp(-\alpha - \beta) \quad (5)$$

где

$$\alpha = \frac{[(L \cdot \cos(a) + v \sin(a)) - mx]^2 D_x + [(L \cdot \sin(a) - v \cos(a)) - my]^2 D_y}{2(D_x \cdot D_y - K^2)}$$

$$\beta = \frac{2K[(L \cdot \cos(a) + v \sin(a)) - mx] \cdot [(L \cdot \sin(a) - v \cos(a)) - my]}{2(D_x \cdot D_y - K^2)}$$

Вероятность того, что координаты выработанные СНС принадлежат участку ЦКД, определяются по выражению:

$$P = \int_{L_1}^{L_1+L} \int_{v_1-e}^{v_1+e} f(l, v) dv dl \quad (6)$$

Плотность распределения вероятностей условная к отрезку ЦКД находится по формуле:

$$g(v, L) = \frac{1}{P} \cdot f(l, v) \quad (7)$$

Скорректированные посредством ЦКД координаты:

$$m_l = \int_{L_1}^{L_1+L} \int_{v_1-e}^{v_1+e} l \cdot g(l, v) dv dl \quad m_v = \int_{L_1}^{L_1+L} \int_{v_1-e}^{v_1+e} v \cdot g(l, v) dv dl \quad (8)$$

Согласно выражению (2) имеем

$$\hat{x} = m_l \cdot \cos(a) + m_v \cdot \sin(a) \quad (9)$$

$$\hat{y} = m_l \cdot \sin(a) - m_v \cdot \cos(a)$$

Дисперсия скорректированных координат \hat{x}, \hat{y} находится по формулам:

НАВИГАЦИЯ

$$D_l = \int_{L_1}^{L_1+L} \int_{v_1-e}^{v_1+e} (l - m_l)^2 \cdot g(l, v) dv dl \quad (10)$$

$$D_v = \int_{L_1}^{L_1+L} \int_{v_1-e}^{v_1+e} (v - m_v)^2 \cdot g(l, v) dv dl$$

В случае использования нескольких участков ЦКД, скорректированные координаты можно рассчитать по формуле:

$$\hat{x} = \frac{\sum_{i=1}^N P_i \cdot \hat{x}_i}{\sum_{i=1}^N P_i} \quad \hat{y} = \frac{\sum_{i=1}^N P_i \cdot \hat{y}_i}{\sum_{i=1}^N P_i}, \quad (11)$$

где i – номер участка ЦКД; N – всего участков ЦКД.

Проведение эксперимента

Эксперимент, целью которого было доказательство эффективности представленного подхода, проводился на навигационно-геодезическом полигоне (рисунк 2).

На рисунке 2 представлен маршрут движения автомобиля и точки, в которых осуществлялось определение координат его местоположения (подписаны цифрами в кружках) на основе спутниковой навигационной системы «Бриз-М». На каждой из представленных точек измерения спутниковой аппаратурой проводились однократно, после чего найденные координаты, были использованы для решения задач коррекции.

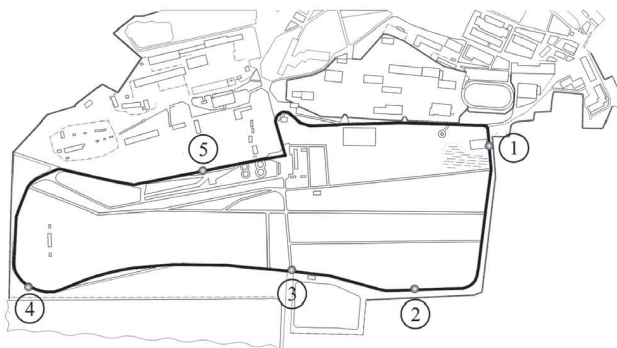


Рис. 2

Результаты проведенного эксперимента представлены на рисунке 3 в виде точек выработанных СНС и не лежащих на участках ЦКД (отмечены кругами), координаты действительного местоположения объекта (обозначенные крестами), скорректированные координаты (обозначенные квадратами). Цифровая карта дорог полигона представлена 185 отрезками. Из проведенного эксперимента видно, что скорректированные координаты по отношению к истинному

местоположению объекта располагаются ближе, чем координаты выработанные СНС, что свидетельствует об эффективности разработанного подхода.

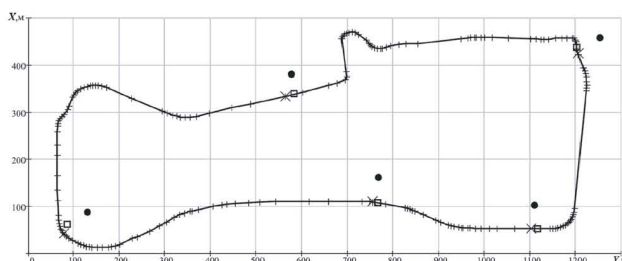


Рис. 3

Выводы по работе

В статье предлагается и обосновывается один из подходов позволяющий корректировать показания СНС по информации от ЦКД. На наглядном примере (в ходе испытаний) доказывается его эффективность по отношению к координатам, выработанным СНС. Однако эффективность использования данного подхода сильно зависит от точности имеющейся картографической информации (точности ЦКД). Повысить точность ЦКД возможно путем оценки ее погрешностей при многократном проезде одного и того же маршрута, что и предлагается осуществить в дальнейших исследованиях.

Литература

1. Дмитриев С.П. Оптимальное решение задач автомобильной навигации с использованием карты дорог / С.П. Дмитриев, О.А. Степанов, Б.С. Ривкин, Д.А. Кошаев [и др.] // Научно-технический журнал «Гирокоспия и навигация». – 2000. – № 2(29). – С. 57–69.
2. Интегрированные инерциально-спутниковые системы навигации / Под. ред. чл.-кор. РАН В.Г. Пешехонова. – СПб.: ГНЦ РФ – ЦНИИ «Электроприбор», 2001. – 235 с.
3. Колесников С. Системы навигации, насколько они эффективны / С. Колесников // Ежемесячный автожурнал «QUATTORUOTE» русское издание. – 2007. – №9. – С. 58.
4. Степанов О.А. Применение теории нелинейной фильтрации в задачах обработки навигационной информации / О.А. Степанов. – СПб.: ГНЦ РФ – ЦНИИ «Электроприбор», 1998. – 370 с.
5. Шолохов А.В. Коррекция наземных навигационных систем по цифровой карте дорог с учетом её погрешностей / А.В. Шолохов // Материалы 5 конференции молодых ученых «Навигация и управление движением». – 2004. – С. 227–233.
6. Яценков В.С. Основы спутниковой навигации. Системы GPS NAVSTAR и ГЛОНАСС. – М: Горячая линия – Телеком, 2005. – 272 с.: ил.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА ПРЕДЕЛА ПРОЧНОСТИ МАТЕРИАЛОВ ТЕПЛОЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ БОКОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ АСИММЕТРИЧНОГО ГИПЕРЗВУКОВОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Алексей Геннадьевич Попов

кандидат технических наук,
старший научный сотрудник
МОУ «Институт инженерной физики»

Алексей Александрович Коробков

Серпуховской военный институт
ракетных войск

Одним из ограничений (при нахождении массы теплозащитного покрытия (ТЗП), например) является предел прочности материала.

Формула определения термоупругих напряжений имеет вид [1]:

$$\sigma(T) = E(T) \cdot \alpha(T) \cdot \left. \frac{\partial T(0, \tau)}{\partial x} \right|_{x=0} dx, \quad (1)$$

где $\sigma(T)$ – термоупругие напряжения;

$E(T)$ – модуль упругости;

$\alpha(T)$ – коэффициент температурного расширения;

$\frac{\partial T(0, \tau)}{\partial x}$ – градиент температур.

Боковая поверхность асимметричного гиперзвукового летательного аппарата (ГЛА) рассматривается как полуограниченное тело при температуре T_0 . Поверхность нагревается постоянным тепловым потоком $q_c = \text{const}$. Изменение температуры происходит в одном направлении.

$$\frac{\partial T(x, \tau)}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 T(x, \tau)}{\partial x^2} \quad (\tau > 0; 0 < x < \infty); \quad (2)$$

$$T(x, \tau) = T_0 = \text{const}; \quad (3)$$

$$\lambda \frac{\partial T(0, \tau)}{\partial x} + q_c = 0; \quad (4)$$

$$T(\infty, \tau) = T_0, \quad \frac{\partial T(\infty, \tau)}{\partial x} = 0. \quad (5)$$

Введем вместо переменной T переменную q (плотность теплового потока (удельный тепловой поток)), который определяется соотношением [1]:

$$q(x, \tau) = -\lambda \frac{\partial T(x, \tau)}{\partial x}, \quad (6)$$

где $q(x, \tau)$ – плотность теплового потока;

λ – коэффициент теплопроводности;

$\frac{\partial T(x, \tau)}{\partial x}$ – градиент температуры по глубине x .

Графически зависимость функции распределения градиента температуры от глубины по

$x \left(\frac{\partial T}{\partial x} = f(x) \right)$, имеет вид графика, представленного на рисунке 1.

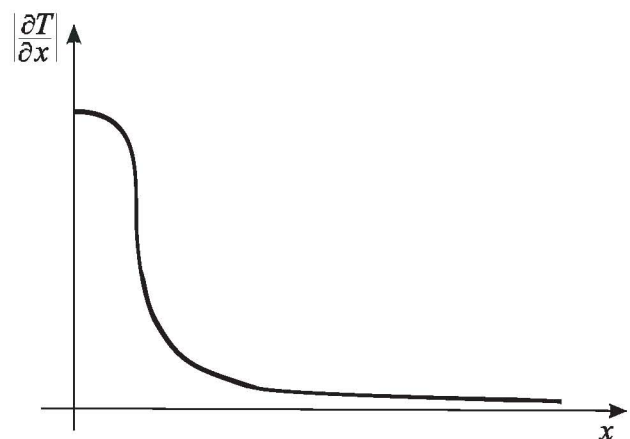


Рис. 1. Распределение теплового потока по глубине (x) слоя

Произведя дифференцирование уравнения (2) по x , получим:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left[\frac{\partial T(x, \tau)}{\partial \tau} \right] = \frac{\partial}{\partial x} \left[a \frac{\partial^2 T(x, \tau)}{\partial x^2} \right]. \quad (7)$$

Произведя замену переменных в уравнении (7), получим:

$$\frac{\partial q(x, \tau)}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 q(x, \tau)}{\partial x^2}. \quad (8)$$

Начальные и граничные условия для новой переменной имеют вид:

$$q(x, 0) = 0; \quad (9)$$

$$T_0 = 0; \quad (10)$$

$$q(0, \tau) = q_c = \text{const}; \quad (11)$$

$$q(\infty, \tau) = 0. \quad (11)$$

Решение уравнения (8) при условиях (9–11) имеет вид [1]:

$$\frac{q(x,\tau)}{q_c} = \operatorname{erfc} \frac{x}{2\sqrt{a\tau}}, \quad (12)$$

где $q(x,\tau)$ – плотность теплового потока;
 q_c – величина постоянной плотности теплового потока;
 $\operatorname{erfc} \frac{x}{2\sqrt{a\tau}}$ – интеграл ошибки $\frac{x}{2\sqrt{a\tau}}$, который находится известным способом.

В нашем случае, допуская, что плотность теплового потока – величина постоянная, получаем (для поверхности (x)):

$$q_0 = q(0,\tau) = -\lambda \frac{\partial T(0,\tau)}{\partial x}, \quad (13)$$

Произведя необходимые преобразования, подставим в выражение (1) вместо $\frac{\partial T(0,\tau)}{\partial x}$ оставшуюся часть (13). В результате получим:

$$\sigma(T) = -E(T) \cdot \alpha(T) \cdot \frac{q_0}{\lambda} dx, \quad (14)$$

Из (14) получим для допустимой плотности теплового потока на поверхности первого слоя q_0 :

$$[q_0] = \frac{[\sigma(T,0,\tau)] \cdot \lambda}{E(T,0,\tau) \cdot \alpha(T,0,\tau) dx}, \quad (15)$$

Таким образом, физический смысл формулы (15) – допустимая плотность теплового потока (это плотность, при которой начинается процесс разрушения материала за счет градиента температур).

Для траекторий №№ 00, 19, 25 был проведен расчет величины предельной плотности теплового потока для каждого материала пакета ТЗП.

На рисунке 2 приведено графическое представление зависимости предельного значения допустимой плотности теплового потока для материала «Карбосил-Т».

Выводы

Проведенные расчёты предела прочности материалов ТЗП боковой поверхности ГЛА показывают, что плотность теплового потока, подводимого к поверхности ГЛА в любой расчётной точке [2], при движении ГЛА по любой из исследуемых траекторий [3], не превышает допустимой плотности теплового потока.

Литература

1. Лыков А.В. Теория теплопроводности. – М.: Высшая школа, 1967. – 600 с.: илл.
2. Коробков А.А., Бородай В.Э., Горский В.В. и др. Модифицированная методика расчета тепловых потоков к поверхности асимметричных летательных аппаратов. Серпухов, МОУ «ИИФ». Известия ИИФ. – № 2. – 2008. – С. 38–46
3. Коробков А.А. Методика расчета температурных полей пакета теплозащитного покрытия гиперзвукового летательного аппарата. Серпухов, СВ ИРВ. Сборник трудов XXVII Межрег. НТК «Проблемы эффективности и безопасности функционирования сложных технических и информационных систем (ПЭБФ СТИС)», 28-29 июня 2008 г. – Серпухов, 2008. – Часть 4. – С. 428-431.

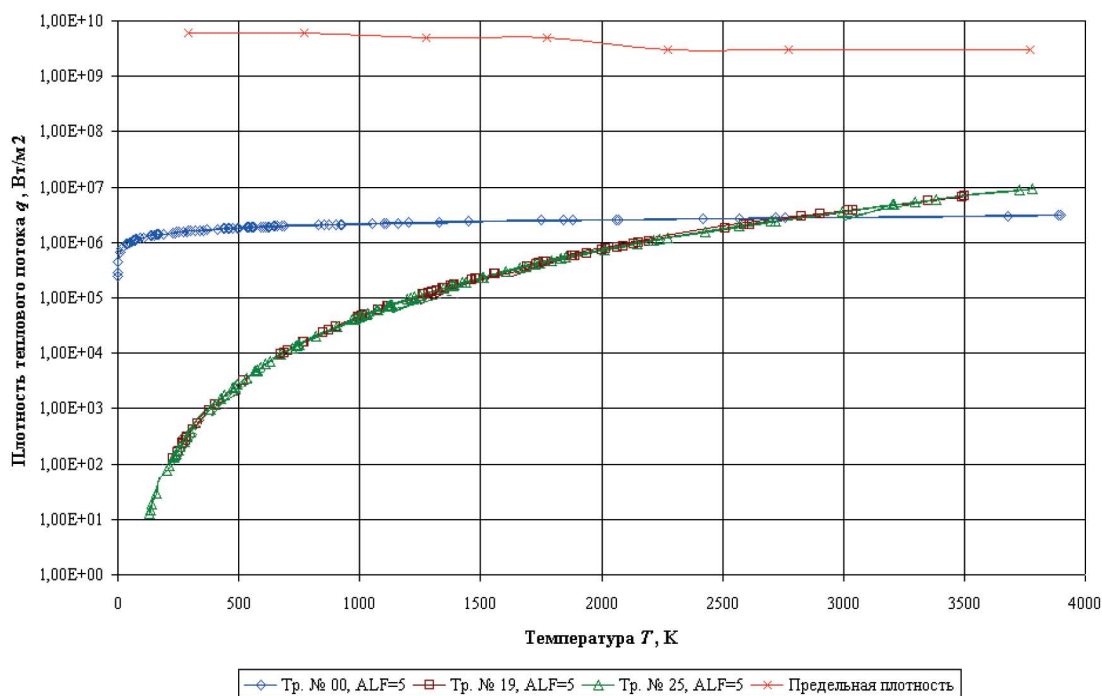


Рис. 2. Сравнение допустимой плотности теплового потока для материала «Карбосил-Т» с плотностью теплового потока к поверхности ГЛА в расчетной точке № 1 [2]

ПРОБЛЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫМ ВОЕННЫМ ВУЗОМ

Михаил Геннадьевич Краснов

Серпуховской военный институт ракетных войск



Под исследовательским инновационным военным вузом (ввуз) будем понимать вуз с глубокой интеграцией с войсковыми частями и развитой инфраструктурой научной, образовательной и инновационной деятельности, обеспечивающей устойчивое развитие, качество и востребованность высшего военно-специального образования и научных исследований.

Такой ввуз должен реализовать взаимодействие с практикой (деятельностью) войсковых частей по следующей схеме (рисунки 1).

Что означает «инновационные принципы управления»? Очевидно, что они должны реализовывать следующие принципы и задачи (рисунки 2).

Наиболее важная проблема инновационного ввуза заключается в построении и реализации сквозных образовательных программ (гимназии, центры довузовской подготовки, колледжи, техникумы, вузы) подготовки военных специалистов с разным уровнем образования: сред-

нее специальное, бакалавр, дипломированный специалист, магистр.

Эта проблема тесно связана с проблемой аттестации рабочих мест (РМ) и выделения на них потребных уровней обученности (компетенций), разработки их связи с военной безопасностью России.

Анализ эволюции способов выполнения практических задач на РМ показывает, что военный специалист XXI века все в большей степени должен владеть способами боевого применения вооружения и военной техники (ВВТ), организацией функционирования сложной технической системы в различных условиях, а также принятия мер, обеспечивающих выживание сложной технической системы (СТС) в условиях воздействия на нее факторов внешней среды (противника).

Исходя из задачи обеспечения национальной безопасности России, исторического анализа зарождения, становления, развития и упадка системы военного образования необходимо:

- создать условия для обеспечения опережающего развития системы военного образования РВСН, как основы формирования человеческих факторов, качественного проведения перевооружения РВСН, технического обслуживания и ремонта ракетного вооружения, а также выигрыша в ведущейся информационно-консциентальной войне;

- создать социальные условия для формирования привлекательности, потребности у будущих абитуриентов в овладе-

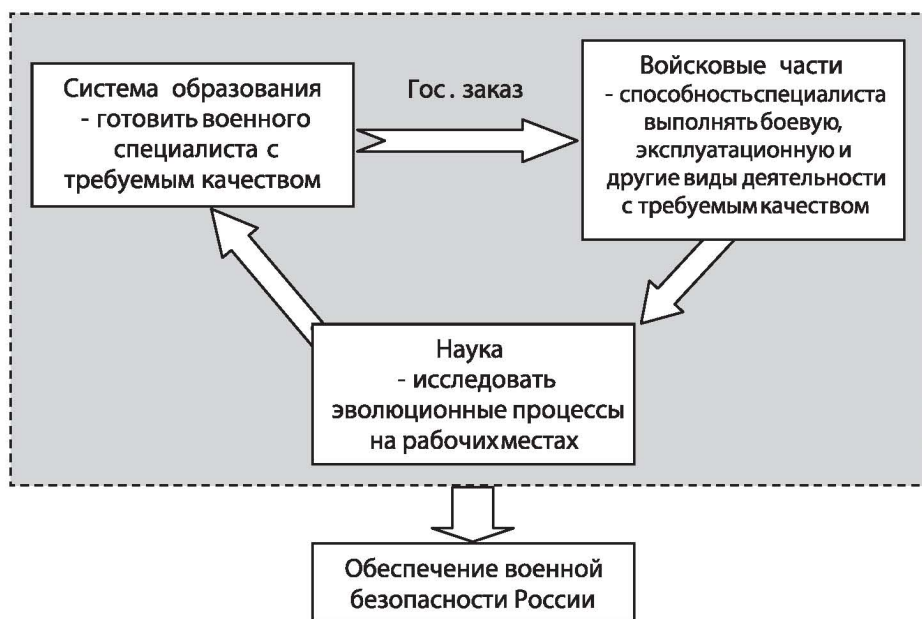


Рис. 1. Взаимодействие ввуза с практикой войсковых частей

ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ

Концепция построения инновационного вуза



Рис. 2.

нии воинской профессией и на этой основе формировать у них способности к самосовершенствованию;

- разработать систему определения индивидуальных особенностей проявления курсанта в учебной деятельности, прогнозирование его индивидуальной траектории образования (комплектование учебных групп); обеспечение вариативности получения образования каждым курсантом;

- формировать государственный заказ на подготовку специалистов для РВСН на основе аттестации существующих РМ в войсковых частях и прогноза развития видов деятельности на них в будущем;

- разработать и реализовать принципы академической автономности вуза в условиях повышения ответственности за качество подготовки специалиста;

- добиваться признания и обеспечения приоритетности военного образования в совершенствовании РВСН; провести исследование эволюции единой системы «вуз – войсковые части» и разработать на основе полученных результатов ФГОС ВПО подготовки специалистов для РВСН.

Все перечисленное можно выполнить, если реализовать (разработать) компетентностную модель специалиста и целевую структурно-логическую схему (ЦСАС) подготовки специалистов. Для этого:

- выделить этапы подготовки специалиста, на которых формируются компетенции (выделение этапов должно быть проведено через интеграцию дисциплин по их функции в формировании компетенций);

- сформировать цели подготовки специалистов на этапах.

Такой подход к проектированию технологии подготовки специалистов позволит выделить «идеальную» траекторию подготовки курсанта, а также возможные отклонения от нее в зависимости от особенностей

каждого курсанта.

Каким же должен быть офицер XXI века? Как организовать его подготовку?

Есть множество проблем военного образования, но они сводимы к двум глобальным:

- во-первых, необходимо определиться: для каких целей готовить военного специалиста (какое его будущее войсковое предназначение, какие практические войсковые задачи он должен уметь решать, в каких социально-экономических условиях будет проходить его войсковая практика и как она воспринимается новым поколением, какие интересы, идеалы будущего поколения, какие потребности они удовлетворяют, обучаясь в вузе);

- во-вторых, как в сложившихся условиях (условиях девальвации прежних моральных, этических и нравственных ценностных идеалов) осуществлять подготовку специалиста – защитника Отечества.

ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ

Для решения этих вопросов необходимо описать (представить) сценарий будущей войны (если она вообще состоится). Очевидно, что ведение войны (именно ведение) начинается с длительного предварительного периода — периода разложения (внутреннего разложения) противника, его экономическое порабощение и одновременное изменение сознания живой силы (приближение его к сознанию воюющей стороны).

Успехи предварительного этапа предопределяют результат основного этапа войны, который может длиться часы или несколько дней (только подведение итогов), так как порабощенная экономически и концентрированно страна не в состоянии противодействовать хорошо обеспеченному и имеющему глубокую внутреннюю убежденность в правоте своих действий противнику.

В случае более длительного периода проведения основного этапа вооруженной борьбы у противника появляется возможность воздействия на информационно-расчетные системы управления войсками и оружием через сети ЭВМ, построенные на основе его же аппаратных и программных средств. Не исключается и возможность применения противником и средств ближайшей перспективы. Это психотропные воздействия, направленные на «отключение» сознания и «подключение» подсознания, что, безусловно, может привести к хаосу, в котором применение даже высокоточного оружия со стороны противника приводит к ожидаемому результату.

В общем случае противодействие противника в ближайшей перспективе можно представить в виде схемы, показанной на *рисунке 3*.



Рис. 3

Исходя из представленной схемы, можно предположить, что:

■ будущая военно-профессиональная деятельность специалиста должна быть глубо-

ко внутренне мотивирована, носить технологический характер (исключить возможность «отключения» сознания) и осуществляться на уровне (используемом в технике) обобщения и разработки конкретной ориентировочной основы действия (ООД);

■ подготовка военного специалиста изначально должна строиться на вере в правоте выбранного служения народу и Отечеству, должна обеспечить выживаемость (устойчивость деятельности) эргатической системы в условиях воздействия современных и перспективных вооружений противника.

Фактически будущая война становится избирательной по поражению отдельных элементов эргатической системы. Если раньше в условиях ведения войны воздействие осуществлялось на систему в целом, то в современных и перспективных боевых действиях появляется возможность селективного воздействия: или на вооружение (технические системы), или на человека, или на всю среду эргатической системы в целом. Поэтому и подготовка военных профессионалов должна учитывать не только вопросы противодействия и стойкости к воздействию традиционных средств поражения, но и перспективных вооружений. Для решения этой проблемы необходимы разработки научно обоснованных концепций на проектирование машин (технических систем) способных противодействовать современным и перспективным средствам и способам ведения информационной борьбы, а так же подготовке специалистов, обеспечивающую их устойчивую практическую деятельность в условиях воздействия психотропного оружия.

При образовании (проектировании) будущей системы подготовки военных специалистов важно решить основной вопрос: быть впереди или идти за кем-то в организации и содержании подготовки военных профессионалов; какая должна быть система подготовки, чтобы обеспечить задачу устойчивого функционирования эргатической системы в любых условиях воздействия противника?

В решении того вопроса мы исходим из того, что основную, решающую роль в войне играет человек (какая бы ни была война). От его качеств, уровня подготовки, веры в свою правоту зависит победа, зависит устойчивое функционирование эргатической системы. Поэтому выигрыш или проигрыш будущей войны зависят от качества системы военного образования (под образованием понимается и обучение, и воспитание, и развитие). Однако качество системы

ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ

образования существенно определяется устойчивостью функционирования в новых реалиях, что, в свою очередь, может обеспечиваться только в условиях имеющихся определенных свобод для системы. Последнее определяется в первую очередь изменением качества людей, включаемых (приходящих) в систему, и изменением требований к качеству специалистов.

Для проектирования системы военного образования, для корректного управления ею необходимо: провести анализ прошлого, установить настоящее, определить будущее.

Анализ прошлого системы военного образования позволяет вывести генеральный путь ее эволюции – это постоянный переход на новые обобщенные деятельностные структуры, обеспечивающие выживание эргатической системы в условиях воздействия противника. Впервые, не в явном виде, это высказал М.И. Драгомиров: «Теория – это арсенал, в котором вы находите всевозможные орудия, но что именно взять из этого арсенала – дело того, кто берет, и странно было бы, если бы он ожидал, что арсенал ему подскажет, что в известном случае из него следует взять». Далее генерал Драгомиров, отмечает, что в ходе боя человек проявляет свои истинные качества, которые были сформированы в нем за всю предшествующую жизнь (исходя из этого, каждому необходимо постоянно совершенствовать свой филогенетический, эволюционный ряд). В то время (а это справедливо и сейчас) считалось, что «военнослужащий должен обладать непоколебимой преданностью военному делу, выдающейся сознательностью поступков, предприимчивостью, самостоятельностью и находчивостью, покорностью военному долгу и дисциплине, неистощимой телесной и духовной энергией, высокой честностью, склонностью к тесному служебному товариществу, беззаветным мужеством, храбростью, твердостью, решимостью и самоотверженностью».

Анализ настоящего системы военного образования характеризуется через состояние общества. «Если феодальное общество, – пишет И.С. Кон, – строго ограничивало рамки его «свободного самоопределения», то в новое время человек становится кем-то в результате своих собственных усилий, развитое общественное производство и выросшая социальная мобильность расширили рамки и масштаб индивидуального выбора». Особенностью нового времени стала возникшая перед людьми проблема свободного выбора. В психологическом смысле эта проблема не менее важная, чем проблемы, связанные с ограничением свобод человека.

«Если «Я» патриархального индивида скла-

дывалось из совокупностей его «принадлежности» к разным социально-природным общностям, то «Я» буржуазного индивида скорее напоминает сумму отрицаний: не тело, не общественное положение, не деятельность, не совокупность стремлений», – пишет далее И.С. Кон. Поскольку пребывать в состоянии свободы выбора для многих людей оказалось дискомфортно, то на этой почве стали даже возникать неврозы, которых не было ранее. Стали даже появляться концепции, отражающие это положение. Например, если раньше, согласно взглядам американского социолога Д. Рисмана преобладающим типом социального характера в США была личность «ориентированная изнутри», то в современной Америке преобладать стала личность, «ориентирующаяся на других», стремящаяся прежде всего к «гармонии с окружающими» и по сути своей являющаяся конформистской.

Конформистская ориентация позволяет многим современным людям проще, без особых внутренних размышлений и переживаний, решать свои проблемы, связанные с профессиональными и личностными выборами. Именно такое положение особенно тревожит многих современных философов, педагогов, психологов, публицистов. Например, Э. Фромм пишет, что «свобода, достигнутая современными демократами, предполагает обещание развития человека. Но и при демократии это всего лишь обещания, но не исполнение обещанного. Мы скрываем нашу моральную проблему от самих себя... мы тоже подчиняемся власти силы, не власти диктатора или политической демократии, действующей с ним заодно, а анонимной власти рынка, успеха, общественного мнения, «здравого смысла» или, вернее, общепринятой бессмыслицы, и власти машин, чьими рабами мы стали. Наша моральная проблема – это безразличие человека к самому себе. Она заключается в том, что мы утратили чувство значительности и уникальности индивида, превратили себя в орудие внешних целей, относимся как к товарам, а наши силы отчуждены от нас... Мы – стадо, верящее, что дорога, по которой мы идем, должна привести к цели, раз мы видим, что и другие идут той же дорогой».

Подтверждением этому является то, что большой процент курсантов отчисляется ежегодно из училищ ВС РФ. Это все действительность, а нам нужно готовить специалистов для *будущего*. Какими они должны быть?

Во-первых, обладать глубокой верой для проектирования своих поступков, для принятия решений. Это и есть основа гуманизации подготовки военных специалистов.

ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ

Во-вторых, владеть общими принципами проектирования своей деятельности; в основе обучения должны лежать наддисциплинарные основы подготовки специалистов, развивающие проектировочную, технологическую деятельность.

В-третьих, владеть общими способами познания действительности, как основы выживания в любой среде.

Перечисленные составляющие подготовки специалиста определяют устойчивость его дальнейшей деятельности в любой среде. Таким образом, мы подошли к тому, что в большей степени необходимо проектировать в обучении собственно деятельность, а не содержание деятельности. Как видно из *таблицы 1*, это означает, что необходимо формирование в первую очередь

Таблица 1

Влияние внешней и внутренней мотиваций на поведение и психические процессы

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНЕЙ МОТИВАЦИИ	ВЛИЯНИЕ ВНУТРЕННЕЙ МОТИВАЦИИ
Тенденция к продолжению деятельности	
<ul style="list-style-type: none"> ■ внешне мотивированное поведение прекращается, как только исчезает внешнее подкрепление 	<ul style="list-style-type: none"> ■ внутреннее мотивированное поведение может продолжаться достаточно долго при отсутствии всяких видимых наград
Предпочтение сложности и объема заданий	
<ul style="list-style-type: none"> ■ испытуемые предпочитают более простые задания; ■ они делают только то, что положено для того, чтобы получить награду 	<ul style="list-style-type: none"> ■ предпочитают более трудные задания (оптимальные трудности)
Степень алгоритмизации деятельности	
<ul style="list-style-type: none"> ■ отрицательно сказывается на когнитивной гибкости; ■ облегчает выполнение деятельностей, требующих алгоритмического метода; ■ значительно ухудшает качество и скорость решения эвристических задач 	<ul style="list-style-type: none"> ■ положительно влияет на когнитивную гибкость; ■ облегчает выполнение деятельностей, требующих эвристического метода
Креативность	
<ul style="list-style-type: none"> ■ подавляет креативность, способствует росту напряженности, уменьшает спонтанность 	<ul style="list-style-type: none"> ■ способствует креативности
Эмоции	
<ul style="list-style-type: none"> при взаимодействии с другими преобладают отрицательные эмоции 	<ul style="list-style-type: none"> ■ способствует получению удовольствия от работы ■ вызывает эмоции интереса и радостного возбуждения
Школьное обучение	
	<ul style="list-style-type: none"> ■ при внутренней мотивации происходит более успешное выполнение программы, более высокий уровень освоения теоретического материала; более эффективное понятийное научение; ■ наблюдается значимое улучшение мнемонических процессов
Самоуважение	
	<ul style="list-style-type: none"> ■ преобладание внутренней мотивации повышает самоуважение

ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ

внутренней мотивации, так как только она обеспечивает формирование и других качеств.

Второе качество можно формировать только в том случае, когда будут установлены эволюционные тенденции в развитии содержания практической деятельности военных специалистов, когда она будет обобщена и спроецирована на систему образования на основе теории наддисциплинарного управления системой образования вуза.

Третье качество возможно формировать только на основе развития устойчивой потребности постоянно совершенствоваться и самосовершенствоваться. То есть это не простое научение курсантов наукам, а поиск такого их развития и предрасположения ума, которое в наибольшей степени сделало бы их способными к любой науке, когда они самостоятельно ей займутся. Это справедливо и по отношению к их практической деятельности, которая, особенно для людей военных, требует постоянного творческого принятия решений, как в штатных, так и в нештатных ситуациях.

Эти идеи обучения общим способам познания мира принадлежат Выгодскому и могут найти широкое применение в практике подготовки военных специалистов. Отсюда в дальнейшем и должен начаться поиск форм и способов (методов) управления учебной деятельностью курсанта.

Педагогика предполагает формирование устойчивых потребностей как единственного и универсального стимула человеческой жизнедеятельности, актуализируемых как переживание индивида (интеллектуальные, эмоциональные, духовные), непосредственно влияющие на все действия. Очевидно, что универсальной формулой любого педагогического процесса в любой конкретной ситуации и на любом уровне использованности является П-П-Д (переживания – потребность – деятельность), т.е. регулируемые целенаправленные действия педагога должны привести к изменению всей совокупности переживаний курсанта (получения радости от результатов учебы), а в итоге – к устойчивым индивидуальным потребностям познавательной деятельности.

Здесь в дальнейшем и должен начаться поиск форм и способов (методов) управления деятельностью курсанта. Но для этого необходима не умозрительная конструкция, но обобщение мирового опыта, не схема, но основа и цель любого образовательного процесса.

Как же действовать преподавателю в современных условиях?

В настоящее время, если мы формируем учебные действия (не говорим пока об их содержа-

нии), то переживание курсанта – радость учебы – нулевые. Здесь рвется естественная цепь формирования потребности. Здесь останавливается формирование интересов у курсантов, и, более того, не решается задача получения положительного результата от занятий.

Поэтому основной целью совершенствования образовательного процесса в вузах должно быть улучшение управления учебной деятельностью курсанта на основе обеспечения результативности каждого занятия (успешное выполнение каждого учебного действия) и, тем самым, устойчивости его учебной деятельности в целом. Это возможно при условии удовлетворения потребности каждого курсанта в овладении профессией на основе успешного усвоения современных фундаментальных знаний, необходимых для войсковой практики. Под успешной деятельностью курсанта обычно понимают выполнение им заданий и указаний преподавателя с требуемым качеством на протяжении изучения дисциплины в учебном году и всего цикла обучения в училище, исходя из исходного уровня обученности, а постоянное успешное выполнение заданий курсантом характеризует его устойчивую учебную деятельность.

Под управлением процессом подготовки специалиста, как правило, понимают комплекс организационных мероприятий, норм и правил, обеспечивающих успешную деятельность курсанта на всех видах учебных занятий и направленных на достижение целей изучения дисциплин (целевых установок).

Таким образом, принимая за результат функционирования системы военного образования триаду:

- веру;
- конкретную ориентировочную основу действия;
- обобщенную ориентировочную основу действия

можно постулировать: потребность войсковой практики, выраженная в постоянном совершенствовании поступка воина, – основа совершенствования системы военного образования РВСН.

Исходя из проведенного анализа, требования к подготовке офицера XXI века можно сформулировать в следующем виде.

Офицер XXI века должен:

■ владеть наукой выживания в сложившейся среде: технической, информационной, боевой, социальной, а также при ведении концентрированной войны, т.е. должен обладать глубокой верой в правоте выбранной профессии, в правоте своих действий;

ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ

- иметь устойчивую потребность (и умения ее достижения) в постоянном самосовершенствовании;

- быть технологом в решении нестандартных задач боевой, эксплуатационной и командно-организаторской деятельности;

- владеть педагогической практикой, технологией подготовки своих подчиненных;

- быть высококультурным человеком.

Программа научных исследований по проблемам военного образования

Сегодня мы готовим специалиста к жизни в условиях, о которых сами очень мало знаем. Поэтому, как никогда, необходимо опережающее образование, суть которого заключается в развитии мышления (не знание есть сила, а разумность есть сила). То есть, необходима систематическая, последовательная тренировка творческих, исследовательских способностей, умений и навыков. Нужно сделать сознание людей гибким, открытым для необычного, что может «подбросить» грядущий век.

Достичь этих целей можно на основе научно обоснования деятельностных структур, внедрения наддисциплинарного управления системой образования.

Исполнители НИР, исследуя современное состояние образовательного процесса, облик офицера XXI века и требования к нему, пришли к выводу, что необходимо развернуть исследования по пяти проблемам.

1. Проблема обеспечения достижения целей.

Известно, что на степень достижения целей образования влияют следующие факторы:

- качество курсантов;
- качество преподавательского состава;
- укомплектованность учебно-материальной базы;
- эффективное управление процессом «подхода» к целям образования.

Исследования по первой проблеме должны быть направлены на количественную оценку влияния факторов среды на достижение целей.

2. Проблема формирования целей образования.

В большей степени эта проблема относится к разработке методологии аттестации РМ в войсках и определения требуемых специалистов для выполнения задач на РМ, формирования государственного заказа на подготовку специалистов.

К сожалению, до сих пор нет квалификационных требований, однозначно понимаемых как представителями войсковых частей, так и пре-

подавательским составом. Это приводит к тому, что невозможно объективно оценить качество выпускника. Поэтому необходимы такие цели, которые были бы диагностическими, поднимаемыми однозначно и повторяемыми.

3. Проблема диалектики взаимосвязи качества курсанта и качества преподавателя.

Проблема заключается в том, что не исследована диалектическая взаимосвязь между понижением качества курсантов и качества преподавательского состава. Фактически на сегодняшний день уровень школьной подготовки курсантов значительно снизился, а преподавательский состав значительно омолодился. Как это повлияло на качество педагогической системы, как изменилась технология решения дидактических задач? Есть ли в наших вузах банки дидактических задач? Готовы ли преподаватели решать дидактические задачи? Перечисленные вопросы и есть направления решения проблемы.

4. Проблема адекватности методов обучения.

Проблема направлена на исследование и разработку методов формирования учебной активности курсанта.

Первые исследования были проведены в рамках педагогического эксперимента «Успех», который предусматривал формирование активности через личностное осознание курсантом своих возможностей в овладении материалом дисциплин, выявление (совместно с преподавателем) «промахов» в прошлом обучении, овладение прошлым материалом, движение в овладении новым.

5. Проблема формирования целей адекватных образовательным целям.

К исследованию этой проблемы мы только подошли. Решение ее должно дать ответ на вопрос: при каких условиях существует единство переживания среды – осознания – деятельности.

Таким образом, перечисленные пять проблем фактически относятся к проблеме построения системы образования в новых социальных условиях, а также разработке информационной среды вуза, использование ее для управления образовательным учреждением.

Литература

1. Кропоткин П.А. Этника. - М, 1991. - С. 9.
2. Раушенбах Б. Пристрастия. – М., 2002. – С. 408.
3. Сухомлинский В.А. Письмо к сыну. – М., 1987. – С. 57.
4. Мусский И.А. 100 великих мыслителей. – М: Вече, 2000.
5. Гумилев Л.Н. Древняя Русь и Великая степь. – М.: Изд-во АСТ, 2001.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ В ОБУЧЕНИИ ТЕХНИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ

Александр Александрович Карабанов

кандидат педагогических наук

Серпуховской военный институт ракетных войск

Родион Сергеевич Машков

Серпуховской военный институт ракетных войск

Евгений Александрович Ильин

Московский авиационный институт

Электронные образовательные ресурсы являются компонентами учебно-методических комплексов, которые все шире внедряются в образовательную практику технических специальностей высших технических учебных заведений. Особое значение приобретает необходимость разработки методики их применения с учетом специфики учебного процесса.

Методика, как известно, является частью методической системы обучения конкретному предмету. Формирование методики обучения обусловлено целым рядом причин. К их числу можно отнести:

- потребность использования аудиовизуальных средств, позволяющих более наглядно отразить содержание работы; особую роль это приобретает в изложении материала технических дисциплин;

- необходимость быстрого изменения содержания в соответствии с новыми изменениями технологий и новыми научными достижениями;

- потребность проведения в процессе выполнения лабораторных работ сложных и опасных экспериментов в условиях отсутствия дорогостоящего оборудования и неподготовленности студентов к его безопасному использованию;

- возможность продемонстрировать студентам в непосредственном режиме некоторые сверхбыстро (сверхмедленно) протекающие технологические процессы;

- возможность предоставить студентам доступ к обширным объемам справочных данных, касающихся специфики изучаемого объекта;

- необходимость использования вычислительной мощности компьютера в процессе проведения лабораторных работ;

- отсутствие полиграфических проблем, низкая стоимость копирования данных на электронных носителях.

Можно привести и другие причины, определяющие важность данного направления исследований. Нами была предпринята попытка сформировать лабораторный практикум по дисциплине «Материаловедение», изучаемой на ряде специальностей в технических вузах. Целями лабораторных работ являются:

- закрепление теоретических знаний путем практической проверки основных законов и положений в лабораторных условиях;

- развитие практических навыков проведения научного эксперимента и анализа его результатов в процессе составления отчета по экспериментальной части работы;

- ознакомление на практике с измерительной и регистрирующей аппаратурой, методами измерений, устройством различной экспериментальной аппаратуры и оборудования.

В процессе выполнения лабораторной работы студент знакомится с теоретическим материалом, выполняет эксперимент, при необходимости изучает лабораторное оборудование. По результатам выполнения лабораторной работы оформляется отчет, в котором отражаются:

- результаты экспериментальной работы;

- формулы, по которым рассчитываются необходимые величины с учетом их размерности;

- результаты исследований, представленные в виде графиков, если это целесообразно; ценность графического изображения состоит в том, что оно позволяет лучше осмыслить физическую сущность полученных результатов в целом;

- тексты, вычисления, графики, таблицы, схемы, которые должны выполняться таким обра-

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ

зом, чтобы было понятно, с какой целью это было сделано, как сделано и что из этого получилось;

■ выводы.

Таким образом, в процессе выполнения лабораторной работы студент фактически выполняет небольшое экспериментальное исследование, во время которого ему требуются различные прикладные программы от средств просмотра текстов до программ, автоматизирующих проведение математических расчетов, и программ, позволяющих представить результаты работы. Применение образовательных электронных ресурсов в обучении может быть определено двумя условиями, которые будут названы *принципами автоматизации и оправданности*. Их можно сформулировать следующим образом.

Принцип автоматизации использования образовательных электронных ресурсов состоит в максимально возможном применении средств информатизации образования для автоматизации труда студента и преподавателя. В рамках реализации принципа автоматизации осуществляется весь комплекс мероприятий, связанных с использованием средств информатизации образования в деятельности преподавателей, студентов, администрации учебных заведений.

Принцип оправданности означает, что образовательные электронные ресурсы должны применяться в обучении только в том случае, если соответствующая система обучения испытывает потребность в использовании подобных средств. Иными словами, если эффектив-

ность обучения можно обеспечить без использования образовательных электронных ресурсов, то применение таких средств информатизации нецелесообразно.

Методы и условия обучения с использованием образовательных электронных ресурсов варьируются в зависимости от вида и уровня учебного заведения. В нашем случае формой организации обучения является лабораторная работа. Перспективы повышения эффективности проведения лабораторных занятий связываются с оснащением кабинетов дидактическими и техническими средствами обучения и с совершенствованием типов занятий.

Образовательные электронные ресурсы позволяют сделать студента не только пользователем готового учебного материала, но и участником его создания, преобразования, оперативного использования. Информационные и коммуникационные технологии неизмеримо расширяют возможности организации и управления учебной деятельностью и позволяют реализовать огромный потенциал перспективных методических разработок.

Литература

1. Абросимов А.Г. Развитие информационно-образовательной среды высшего учебного заведения на основе информационных и телекоммуникационных технологий: Автореф. дис. ... док. пед. наук. – М., 2005. – 14 с.
2. Григорьев С.Г., Гриншкун В.В. Образовательные электронные издания. – М.: ИСМО, 2006. – 235 с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ

К ВОПРОСУ О ПРЕПОДАВАНИИ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ СТУДЕНТАМ МЕДИЦИНСКИХ ВУЗОВ

Владимир Иосифович Апанасевич
доктор медицинских наук, профессор

Татьяна Николаевна Солодянкина

Владивостокский государственный
медицинский университет

Обучение студентов медицинского университета основам онкологии занимает важнейшее место в учебно-педагогическом процессе. Лучевая терапия является неотъемлемым разделом онкологии, однако в изучении этого раздела медицинских знаний есть довольно существенные трудности. С ними неизбежно сталкиваются все преподаватели лучевой терапии. Анализ этих трудностей и посвящена настоящая статья.

Начать анализ необходимо с регламентирующих документов. В настоящее время мы руководствуемся «Примерной программой по дисциплине лучевая диагностика и терапия», утвержденной в 2006 году.

При этом следует иметь в виду, что лучевая терапия и лучевая диагностика рассматриваются как звенья одной цепи, преподавание которых проводится на одной и той же кафедре в пределах разных курсов. Это неверно. Лучевая терапия как дисциплина появилась и развивалась параллельно с лучевой диагностикой, но в настоящее время лучевая терапия, за крайне редким исключением, является разделом онкологии. Для того чтобы правильно ориентироваться в частных вопросах, необходимо знать общие положения. А для этого надо, в свою очередь, знать онкологию. С другой стороны, лучевая диагностика в настоящее время достаточно «выросла» из рентгеновского излучения, используя для визуализации ультразвук, магнитный резонанс, компьютерную обработку сигналов и т.п. Из вышесказанного можно сделать вывод: лучевая терапия и лучевая диагностика - это совершенно разные дисциплины и преподавание их должно вестись на различных кафедрах или курсах. Естественно, и «Примерные программы...» должны быть разными.

Следующий вопрос, вызывающий некоторое непонимание, – время преподавания. Если у лечебного факультета все организовано более или менее правильно и обоснованно, то есть это

4 курс, 7 семестр, занятия идут в цикловом режиме, то у стоматологического, медико-профилактического и педиатрического факультетов лучевая терапия преподается на 3 курсе в 6 семестре. Преподавателю довольно сложно объяснить студентам, не завершившим изучение патологической анатомии и физиологии, особенности лучевого апоптоза в опухолях. Кроме того, на занятиях, посвященных планированию лучевой терапии, требуются знания топографической анатомии, которые студент получит только по завершению 6 семестра. Таким образом, целесообразнее было бы перенести изучение лучевой терапии у педиатрического, стоматологического и медико-профилактического факультетов на 7-8 семестры 4 курса.

Несколько слов об учебнике. Сегодня эта проблема практически снята в связи с тем, что появился двухтомник, написанный коллективом авторов под руководством профессора Г.Е. Труфанова. Этот учебник практически полностью отвечает современным требованиям. Авторы совершенно правильно исходили из того положения, что студент при подготовке к занятию может эффективно изучить и усвоить 14-20 страниц печатного текста. Занятия проводятся по 4 часа, то есть при 20-24 часах, отводимых на практические занятия, обычно лучевая терапия укладывается в 5-6 занятий. Из этого и надо исходить при планировании тематики занятий. Появившаяся практически одновременно «Клиническая радиология» под редакцией А.Е. Сосюкина этим требованиям не удовлетворяет и является учебным пособием для студентов только по одному единственному разделу – «Лучевые повреждения и реакции». Этот раздел в руководстве изложен довольно подробно, и его можно рекомендовать в качестве дополнительной литературы для более углубленного изучения темы.

На сегодняшний день преподавание лучевой терапии состоит из цикла практических заня-

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ

тий, самостоятельной работы и курса лекций, в конце которого студент получает зачет. К сожалению, студенты не пишут учебной истории болезни, однако было бы целесообразно в качестве самостоятельной работы рекомендовать ввести написание реферата по применению лучевой терапии в программе лечения какой-либо локализации злокачественного новообразования. Тематика практических занятий, на наш взгляд, должна соответствовать учебнику, и каждое последующее занятие должно строиться на основе знаний, полученных на предыдущих.

Первое занятие: история, физические основы лучевой терапии, дозиметрия. В качестве демонстрации студентов проводят по радиологическому отделению, показывают аппаратуру.

Второе занятие: биологические основы лучевой терапии.

Третье занятие: планирование лучевой терапии. Демонстрация: показать студентам порядок составления топоанатомического среза, работу планирующей системы, работу симулятора.

Четвертое занятие: методы проведения лучевой терапии. Демонстрация основных методов и аппаратного обеспечения.

Пятое занятие: лучевая терапия в программах лечения основных онкологических заболеваний. Демонстрация двух-трех больных с наиболее часто встречающимися нозологическими формами: рак шейки матки, рак молочной железы, рак легкого.

Шестое занятие: лучевые реакции и повреждения. Лучевая терапия в лечении неопухолевых заболеваний. Демонстрация фото и видеоматериала, который скапливается у любого радиолога.

Понятно, что курс лекций должен в основном отражать те же темы, что и цикл практических занятий. Специфика курсов, конечно, необходима. Так, для педиатров, необходимо предусмотреть нозологические формы из детской онкологии. Для медико-профилактического факультета – больше внимания уделить клинической дозиметрии, а для стоматологов – лечение опухолей челюстно-лицевой зоны.

Наибольшее опасение в таком порядке изложения материала вызывает тема по лучевой терапии в лечении основных нозологических форм злокачественных новообразований. Это связано с тем, что онкологию студенты ещё не изучали. В такой ситуации проще воспользоваться общими рекомендациями ESMO по лечению данной конкретной патологии и более детально ра-

зобрать непосредственно варианты применения лучевой терапии. Но возникает вопрос: какие локализации следует рассматривать? Мы стараемся взять те локализации злокачественных новообразований, которые часто встречаются и/или имеют выраженное социальное значение. Кроме того, надо постараться показать многообразие подходов к лучевой терапии, возможности радиомодификации. К таким можно отнести рак кожи, рак шейки матки, рак молочной железы, рак прямой кишки, рак гортани, рак полости рта, рак легких, рак эндометрия, опухоли мозга, рак щитовидной железы. Перечисленного списка вполне хватит для одного занятия. Понятно, что программа лечения должна даваться в самом общем виде, в виде схемы. Программы можно взять в рекомендациях ESMO или в практическом руководстве ВОЗ.

Таким образом, разрешить некоторые трудности в преподавании лучевой терапии студентам медицинских вузов можно следующим путем:

- перенести преподавание лучевой терапии на 7-8 семестры, то есть после того, как студенты окончили фундаментальное образование, то есть завершили курсы патологической анатомии, физиологии и топографической анатомии;

- изложение тем в пределах выделенной нагрузки должно отражать современное понимание места лучевой терапии в программах лечения злокачественных новообразований, то есть 6-7 практических занятий, из которых одно посвящено разбору программ лечения;

- для контроля самостоятельной работы студентов необходимо ввести написание реферата по выбранной теме;

- необходимо написание и издание «Примерной программы по дисциплине лучевая терапия» отдельно от лучевой диагностики.

Литература

1. Клиническая радиология: учеб. пос. / Власенко А.Н., Легеза В.И., Матвеев С.Ю., Сосюкин А.Е.; под ред. проф. А.Е. Сосюкина – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 224 с.: ил.

2. Лучевая терапия в лечении рака. Практическое руководство. – М.: Всемирная организация здравоохранения, 2000. – 326 с.

3. Примерная программа по дисциплине лучевая диагностика и терапия. Для специальностей 060101 (040100) – Лечебное дело, 060103 (040200) – Педиатрия, 06104 (040300) – Медико-профилактическое дело, 060105 (040400) – Стоматология. – М.: ФГУ «ВУНМЦ Росздрава», 2006. – 20 с.

4. Труфанов Г.Е., Асатурян М.А., Жаринов Г.М. Лучевая терапия: учебник. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. – 178 с.



ПОДГОТОВКА КАДРОВ

СОЦИАЛЬНО-ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ВЗАИМНОЙ АДАПТАЦИИ МИГРАНТОВ, БЕЖЕНЦЕВ, ВЫНУЖДЕННЫХ ПЕРЕСЕЛЕНЦЕВ И ПРИНИМАЮЩЕГО НАСЕЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ПОЛИКУЛЬТУРНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА

Лариса Владимировна Ножицкина

Учебный центр Федерального института
развития образования, Москва

Миграционные процессы, происходящие в современном мире, вызывают множество проблем, связанных с социальной адаптацией мигрантов, вынужденных переселенцев, беженцев из зон межнациональных конфликтов. Сегодня речь идет не просто об адаптации (социальной, психологической, профессиональной и т.д.) разных групп мигрантов и беженцев, так как адаптация необходима не только самим мигрантам, но и принимающему населению. Проявление ксенофобии, экстремизма по отношению к представителям «других» народов и религий в молодежной среде приводит к правонарушениям, преступлениям. Причин тому много: обывательская мораль, упрощенная картина мира, недалекие интересы и т.д. Поэтому современной науке необходимо решать задачи *взаимной адаптации*.

Очевидно, что миграционный процесс остановить невозможно: военные конфликты, нестабильная экономическая и политическая обстановка в мире может еще долгое время рождать новые потоки мигрантов, беженцев, вынужденных переселенцев. Однако процесс взаимной адаптации может решить множество проблем, связанных с массовым притоком мигрантов, сделать сосуществование национальностей и культур цивилизованным, безопасным для обеих сторон.

Назовем лишь основные проблемы, с которыми сталкиваются семьи мигрантов, беженцев и вынужденных переселенцев: степень материальной обеспеченности жизни и возможности образования; состояние здоровья; сложившаяся в регионе система общественного образования и воспитания; материальные и воспитательные адаптивные возможности семьи; развитость общественной и государственной заботы о детях на федеральном и региональном уровнях и многое другое. Эти проблемы призваны решать

социальные службы, а так же психологи, педагоги образовательных учреждений: создание толерантной обстановки в образовательном учреждении, психологическое сопровождение взаимной адаптации студентов разных национальностей, социальных и религиозных групп и т.д.

Кузнецов П.С. выделяет семь комплексных факторов, влияющих на процесс успешной адаптации [1]:

□ *экономический (материальный)* – объединяет факторы, связанные с получением средств к существованию;

□ *самосохранение* – включает факторы, которые связаны с реализацией безопасности существования: физической и экономической;

□ *регулятивный* – объединяет факторы, которые обеспечивают процесс саморегуляции жизнедеятельности;

□ *воспроизводственный* – содержит факторы, отражающие реализацию сексуальных потребностей человека, включая сексуальные отношения, создание семьи, продолжение рода;

□ *коммуникативный* – включает факторы, которые связаны с реализацией потребности в общении;

□ *когнитивный* – объединяет факторы, отражающие реализацию когнитивных потребностей;

□ *самореализация* – самый сложный комплексный фактор, который может включать в себя любой из вышеперечисленных факторов при условии, что реализация тех потребностей, которые они отражают, приобретает для человека ценность.

Таким образом, правильно организованное социально-психолого-педагогическое сопровождение процесса взаимной адаптации призвано смягчить возникающие сложности социокультурной адаптации мигрантов, беженцев и вынужденных переселенцев, позволит избежать

ПОДГОТОВКА КАДРОВ

ческой поддержки в поликультурном пространстве, выделяются следующие **группы основных ценностей**:

1. Ценности единства социально-воспитательного пространства, предполагающие:

- достижение принципиального согласия между всеми субъектами социально-воспитательного пространства (государством, обществом, образовательными учреждениями, родителями, детьми и др.) о целях, структуре и формах образования и воспитания;
- выработку и применение механизмов неконфронтационного продуктивного взаимодействия в процессе принятия и исполнения основных управленческих решений, реализации образовательной и социально-воспитательной политики;
- формирование единого социокультурного воспитательного пространства.

2. Историко-культурные и национальные ценности, связанные с:

- осознанием системами воспитания и педагогической поддержки своего места и задач в современной российской действительности, а именно: сохранение историко-культурного наследия, актуализация и реконструкция социальных проблем в воспитательном пространстве,

создание благоприятных условий для общественного развития;

- насыщением содержания воспитательных процессов локальными проблемами, обеспечением согласованности политики в образовательной сфере на разных уровнях образовательной, социально-воспитательной и государственной систем [4].

Цель поликультурного образования состоит в формировании человека, способного к активной жизнедеятельности в многонациональной и поликультурной среде, обладающего развитым чувством понимания и уважения других культур, умениями жить в мире и согласии с людьми разных национальностей, рас, верований.

Цель поликультурного образовательного пространства – создание оптимальных условий для успешной взаимной адаптации студентов-мигрантов, студентов из числа принимающего населения, коллектива образовательного учреждения.

Уровни, которые проходят учащиеся в процессе своего поликультурного становления, взаимной адаптации:

- толерантность;
- понимание и принятие другой культуры;
- уважение другой культуры и утверждение культурных различий.

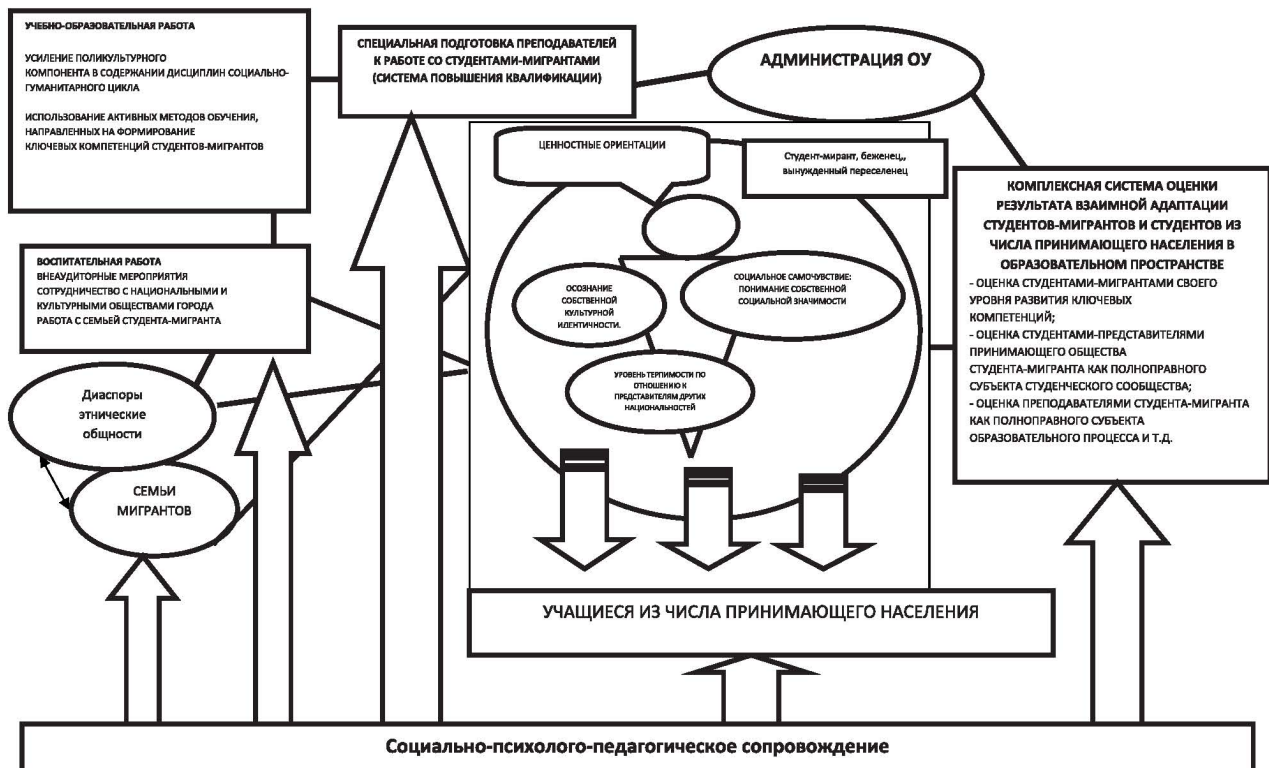


Рис. 2. Социально-психолого-педагогическое сопровождение взаимной адаптации учащихся-мигрантов и принимающего населения в условиях поликультурного образовательного пространства образовательного учреждения

ПОДГОТОВКА КАДРОВ

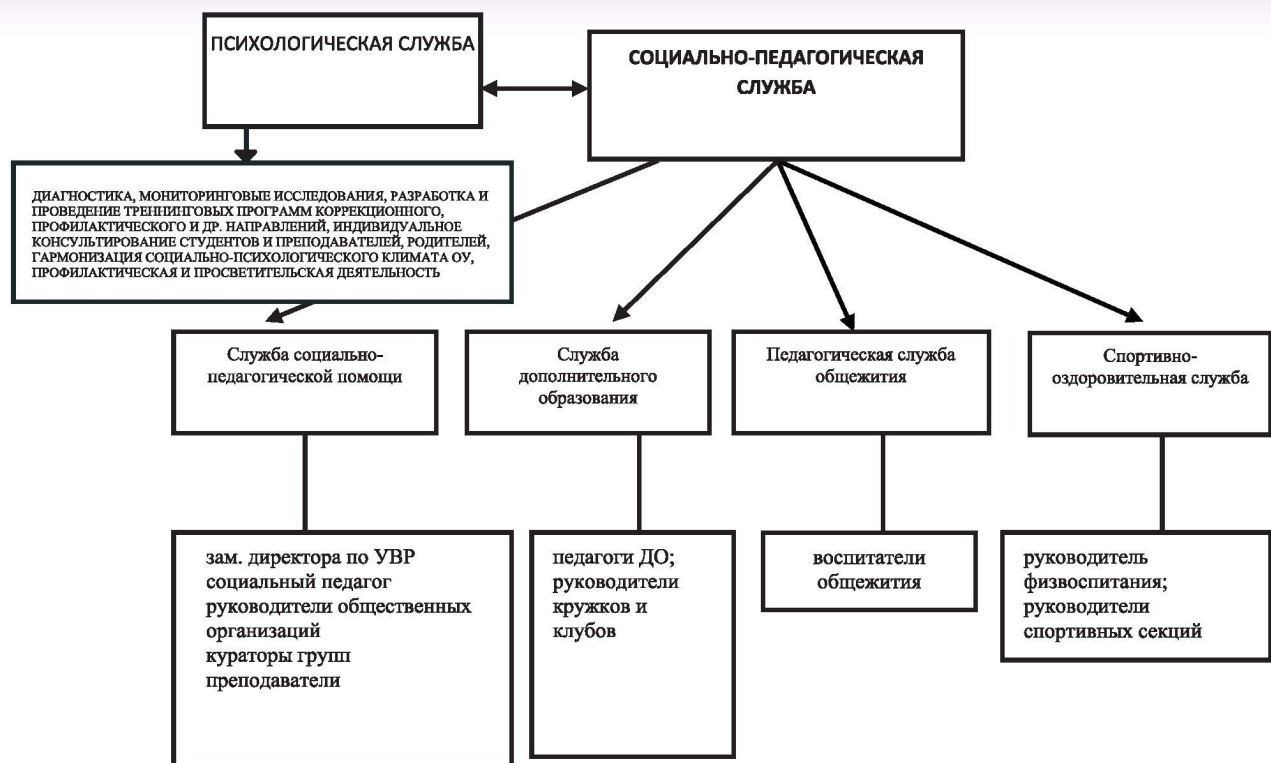


Рис. 3. Структура социально-психолого-педагогической службы учреждения профессионального образования

Таким образом, все вышеперечисленное позволяет представить схему, отражающую взаимодействие ключевых компонентов поликультурного образовательного пространства, где социально-психолого-педагогическое сопровождение является основой успешной взаимной адаптации студентов-мигрантов и принимающего населения (рисунком 2).

В основу функций социально-психолого-педагогического сопровождения взаимной адаптации в условиях поликультурного образовательного пространства, могут быть положены следующие основания:

- *утверждение* психологической адаптационной политики как одной из приоритетных в личностно-ориентированном поликультурном образовании;
- *проведение диагностики* социального пространства на основе избранных психологических и социальных методик, описания дифференцированной жизненной ситуации населения в микрорайоне, образовательном учреждении и др., изучения социально-психологического климата, положения мигрантов, различных групп, детей-мигрантов;
- *исследование* регулятивных и защитных социально-перцептивных, компенсаторных и регрессивных психологических механизмов, определяющих изменение идентичности, установок [5];

- *определение направлений* деятельности психологической службы по созданию оптимальных условий для психологического сопровождения детей мигрантов, а так же их семей, различных групп мигрантов, беженцев, вынужденных переселенцев на основании результатов психологической и социальной диагностики социума;

- *выбор программ*, направленных на психологическое сопровождение и взаимную адаптацию различных социальных и гендерных групп мигрантов, а так же программ для принимающего населения, необходимо осуществлять на основании результатов психологической и социальной диагностики социума;

- *выбор программ*, обеспечивающих профилактику маргинализации, агрессии и других негативных и деструктивных проявлений дезадаптации мигрантов в социуме на основе исследований регулятивных и защитных социально-перцептивных, компенсаторных и регрессивных психологических механизмов, определяющих изменение идентичности, установок;

- *разработка и проведение системы тренингов* межкультурной адаптации и повышения коммуникативной компетентности детей мигрантов и беженцев, с привлечением членов их семей;

- *разработка и проведение системы тренингов* обучения толерантности в многонациональных группах;

ПОДГОТОВКА КАДРОВ

- *приобщение* мигрантов различных групп, детей-мигрантов к освоению культуры и духовного наследия принимающего населения;

- *обеспечение преемственности* как необходимого условия создания нового потенциала этнической культуры; взаимодействие всех социальных служб в работе с семьей мигрантов и другими субъектами поликультурного образовательного пространства;

- *формирование социально-психолого-педагогической системы поддержки, защиты учащихся-мигрантов*, выражающихся в единстве замысла, цели, содержания и форм процесса социализации личности; утверждение добрых, гуманных, толерантных отношений в системе поликультурного образования, кросскультурализма; оздоровление социума, формирования воспитывающих отношений в семье и обществе, содействия саморазвитию, самоутверждению личности учащегося-мигранта, реализации ее творческого потенциала при активном участии самой личности.

Схематично модель возможной структуры социально-психолого-педагогической службы образовательного учреждения, осуществляющей сопровождение взаимной адаптации можно представить следующим образом (рисунок 3).

По мнению Кендирбековой Ж.Х., основные формы социально-психолого-педагогической деятельности должны строиться на основе разделения их, например, на индивидуальные, групповые и общинные.

В качестве условий, обеспечивающих эффективность социально-педагогической работы в открытой этнокультурной среде, она отмечает:

- учет конкретно-исторических особенностей этнокультурной среды, в которой осуществляется данный вид деятельности;

- дифференцированный и личностно-ориентированный подход к этнокультурным интересам и потребностям клиента при обязательном учете результатов диагностики этнокультурного

окружения и этнопозиции личности;

- обоснование направлений социально-педагогической работы в открытой этнокультурной среде в зависимости от конкретных условий и состояния этносредового воздействия;

- координация и взаимодействие социальных институтов, обеспечивающих развитие поликультурности, этнотолерантности и этнозащищенности личности [6].

Таким образом, социально-психолого-педагогическое сопровождение процесса взаимной адаптации студентов-мигрантов, беженцев, вынужденных переселенцев – неотъемлемая часть образовательной и воспитательной деятельности в условиях поликультурного образовательного пространства.

Литература

1. Кузнецов П.В. Адаптация как функция развития личности. Саратов, 1991. – 75с.

2. Прокопенко Н. Психологические факторы успешной социокультурной адаптации вынужденных мигрантов. http://portal.gersen.ru/component/option,com_mtree/task,viewlink/link_id,6005/Itemid,50/

3. Гукаленко О.В., Левицкая И.Б. Проблема адаптации детей-мигрантов и их семей в многокультурном социуме.// http://rspu.edu.ru/conferences/summary/gukal_levits.htm

4. Бермус А.Г. Концептуальные и методологические основы педагогической поддержки в поликультурном социально-воспитательном пространстве. Сборник трудов Второй Международной научно-практической конференции «Международная педагогическая лексикография в теории и практике обучения в высшей школе», 2001

5. Солдатова Г.У. Психологическое исследование этнической идентичности в условиях межэтнической напряженности//Национальное самосознание и национализм в Российской Федерации начала 90-х годов/ Отв. ред. Л.М. Дробижева. М., 1994.

6. Кендирбекова Ж.Х. Основы социально-педагогической работы с молодежью в открытой этнокультурно-образовательной среде. – Караганда, 2004. – 235 с. http://www.rusnauka.com/DN2006/Pedagogica/6_kendirbekova.rtf.htm

СОБЫТИЯ

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НАУЧНЫХ ШКОЛ МОУ «ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРНОЙ ФИЗИКИ»

Проведение фундаментальных и прикладных исследований по инновационным направлениям науки и техники невозможно без современного научного оборудования (НО), обеспечивающего оперативное практическое подтверждение научных результатов. При этом основной проблемой оснащения учебных, научных и производственных организаций таким оборудованием является их высокая стоимость при наличии большого количества научных школ.

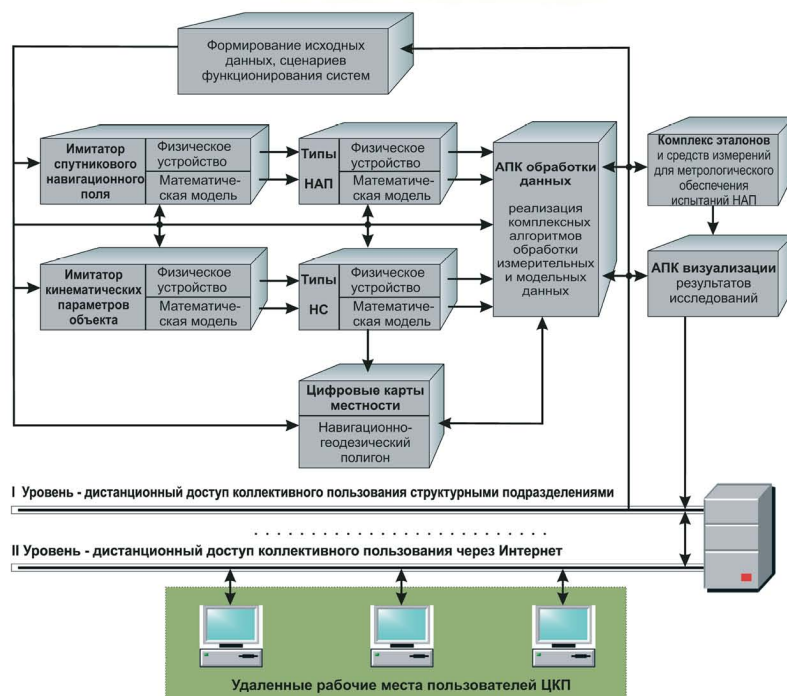
Разрешение проблемы возможно путем концентрации НО на базе отдельных организаций, зарекомендовавших себя лидерами в той или иной предметной области, с официально зарегистрированной научной школой. Главным принципом (необходимым условием) при создании таких центров, является обеспечение доступа широкого круга исследователей к НО. С целью реализации данного подхода в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2012 годы» создаются центры коллективного пользования (ЦКП) НО, выполняющие работы по госконтрактам с Федеральным агентством по науке и инновациям. Работы выполняются по мероприятию «Развитие сети ЦКП НО», которое направлено на формирование и развитие уже созданной сети ЦКП в рамках ФЦНТП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники на 2002–2006 годы».

Коллективы отдела «Навигационных систем и комплексов» ИИФ РФ и кафедры «Гироскопические и прицельные устройства» СВИ РВ, проведя анализ на соответствие критериям научной школы, уровня оснащения НО, подали заявку в Федеральное агентство по науке и инновациям на создание ЦКП с уникальным НО с высокопроизводительной обработкой информации.

Цель проекта: повышение уровня научных исследований, качества образования и подготовки специалистов высшей квалификации путем формирования современных исследовательских комплексов в области создания интегрированных

ЦЕНТР КОЛЛЕКТИВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

СТРУКТУРА



навигационных систем (ИНС), отвечающих мировым стандартам по техническим и эксплуатационным характеристикам приборного состава.

Актуальность темы проекта обусловлена необходимостью решения задач комплексных НИР, ОКР и подготовки специалистов в области ИНС. Необходима дорогостоящая навигационная аппаратура различного типа с аппаратным программно-математическим обеспечением ее функционирования в составе интегрированной системы, удовлетворяющая требованиям по обеспечению проведения натурных экспериментов в реальных навигационных полях и методами математического моделирования.

Использование НО создаваемого ЦКП обеспечит оперативное исследование характеристик существующих и проектируемых ИНС в реальных условиях эксплуатации, в стационарных условиях проведения эксперимента с возможностями дистанционного доступа потребителя к программам формирования плана эксперимента, выбора структуры ИНС, алгоритмов комплексирования, условий функционирования.

Сергей Беркович
доктор технических наук, профессор

РЕКОМЕНДАЦИИ авторам статей

Для публикации принимаются статьи на русском языке. Объем статьи не ограничен, однако рекомендуемый – 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 (растровые иллюстрации с разрешением 300 dpi)!

○ на бумажном носителе формата А4 (210×297).

Текст статьи должен быть набран через 1,5 интервала (гарнитура «Times New Roman»), кегль 14.

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);
○ 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).

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;
○ 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.

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 назначения;
- Инновационные проекты.

Постоянные подрубрики:

- Проблемы совершенствования образования;
- Подготовка кадров.