

Журнал зарегистрирован в
Министерстве РФ по делам
печати, телерадиовещания и
средствам массовой
коммуникации

Свидетельство о регистрации
ПИ № ФС77-57975
от 28 апреля 2014 г.

ISSN 2409-1650

Главный редактор
**Артюшенко
Владимир
Михайлович,**
д.т.н., профессор

Над выпуском работали:
Паршина Ю.С.
Пирогова Е.В.

Адрес редакции:
141070, Королев,
Ул. Октябрьская, 10а
Тел. (495)543-34-31

При перепечатке любых
материалов ссылка на журнал
«Информационно-
технологический вестник»
обязательна

Редакция не несет
ответственности за
достоверность информации в
материалах, в том числе
рекламных, предоставленных
авторами для публикации

Материалы авторам не
возвращаются
Подписано в печать
26.12.2016

Отпечатано
в типографии

ООО «Научный консультант»
Г. Москва,
Хорошевское ш., 35, корп.2

СОДЕРЖАНИЕ

РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ

Т.С. Аббасова
**СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ДЛЯ АНАЛИЗА ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТИ
ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ
КОММУНИКАЦИЙ.....3**

Э.Э. Акимкина, Т.Э. Аббасов, Ю.А. Шмелева
**ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ
БЕСКОНТАКТНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ НА
ПРОИЗВОДСТВЕ И В БАНКОВСКИХ
СТРУКТУРАХ.....18**

В.М. Артюшенко, В.И. Воловач
**ВЕРОЯТНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕССА
ПОИСКА МАНЕВРИРУЮЩЕГО ОБЪЕКТА.....33**

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

В.Я. Вилисов
**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЗИЦИИ ОПЕРАТОРА,
УПРАВЛЯЮЩЕГО
РОБОТОМ.....47**

В.М. Зимин
**ФОРМИРОВАНИЕ ПРОСТЫХ ЗАПРОСОВ В БАЗЕ
ДАННЫХ MS ACCESS.....55**

Н.П. Сидорова, Ю.Ю. Сидоров
**СЕРВИС-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ АНАЛИЗ И
ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОРПОРАТИВНЫХ
ИНФОРМАЦИОННЫХ
СИСТЕМ.....59**

В.Н. Соляной, А.И. Сухотерин
**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ
ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ПО ИНФОРМАЦИОННОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ
УНИВЕРСИТЕТЕ.....66**

В.Н. Соляной, А.В. Шмелев
**ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ ПРОАКТИВНОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ КОМПЬЮТЕРНЫХ
СИСТЕМ.....73**

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

1. *Разумовский
Игорь Михайлович, д.ф.-м.н.,
профессор*
2. *Райков Александр
Николаевич, д.т.н.,
профессор*
3. *Фоминский Вячеслав
Юрьевич, д.ф.-м.н.,
профессор*

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

1. *Дубинин Владимир Сергеевич,
к.т.н.*
2. *Аббасова Татьяна Сергеевна,
к.т.н., доцент*
3. *Посеренин Сергей Петрович,
д.т.н., профессор*
4. *Васильев Николай
Александрович, д.т.н.,
профессор*
5. *Логачева Алла Игоревна, к.т.н.*
6. *Матвиенко Юрий Григорьевич,
д.т.н., профессор*
7. *Вокин Григорий Григорьевич,
д.т.н., профессор*
8. *Самаров Ким Леонидович, д.ф.-
м.н., профессор*
9. *Стрэналюк Юрий
Вениаминович, д.т.н.,
профессор*
10. *Щурин Константин
Владимирович, д.т.н.,
профессор*
11. *Воловач Владимир Иванович,
д.т.н., доцент*
12. *Ставровский Михаил
Евгеньевич, д.т.н., профессор*
13. *Тимофеев Анатолий
Николаевич, д.т.н.*

МЕТАЛЛУРГИЯ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

А.С. Разина, Н.П. Асташева
**ОЦЕНКА ПОРИСТОЙ СТРУКТУРЫ ЗАГОТОВКИ
КАМЕРЫ СГОРАНИЯ НА ОСНОВЕ ПЛЕТЕНОГО
УГЛЕРОДНОГО КАРКАСА И УГЛЕРОД-
КЕРАМИЧЕСКОЙ
МАТРИЦЫ.....83**

А.С. Шестаков, В.И. Привалов
**ТОКОПРОВОДЯЩИЕ КЛЕИ. МЕХАНИЗМЫ
ПРОВОДИМОСТИ.....90**

УДК 629.7

Современные информационные технологии для анализа помехозащищенности волоконно-оптических коммуникаций

Т.С. Аббасова, к.т.н. доцент,

Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования Московской области
«Технологический университет», г. Королев, Московская область

Проанализированы технические параметры, определяющие помехозащищенность волоконно-оптических коммуникаций; показано, что измерения этих параметров на соответствие требованиям к бюджету мощности и помехоустойчивости возможны в специальных лабораторных условиях, с использованием дорогостоящего измерительного оборудования; для определения эксплуатационных характеристик волоконно-оптических коммуникаций предложены способы моделирования их конструкции и соединений с помощью информационных технологий трехмерного моделирования и расчета, что позволит осуществить анализ волоконно-оптической системы без использования дорогостоящего измерительного оборудования.

Волоконно-оптические коммуникации, моделирование оптических волокон и их соединений, анализ визуализированных данных.

Modern information technologies for the analysis of optical interfaces noise immunity

T.S. Abbasova, Ph.D. assistant professor,

State Educational Institution of Higher Education
Moscow Region «University of technology», Korolev, Moscow region

Analyzed the technical parameters defining the immunity of fiber optic communications; It demonstrated that measurement of these parameters to meet power budget requirements and immunity are possible in special laboratory using expensive test equipment; to determine the operating characteristics of optical fiber communications provides methods for their design and modeling compounds by information technology and the calculation of three-dimensional modeling that allow for the analysis of the fiber-optic system without the need for expensive measuring equipment.

Fiber-optic communication, modeling of optical fibers and their connections, data analysis visualized.

Для эффективной организации труда людей, занятых обработкой и хранением информации, важно обеспечить требуемую скорость обработки данных и помехоустойчивость приема информации [1,2]. Волоконно-

оптические коммуникации характеризуются лучшей помехозащищенностью, волоконно-оптические линии, они меньше чувствительны к внешнему электромагнитному излучению по сравнению с электрическими и беспроводными трактами передачи данных [3...5]. Однако актуальна качественная оценка передачи данных по оптическим коммуникациям с помощью современных информационных технологий, позволяющих с помощью средств вычислительной техники осуществить моделирование системы передачи; визуализацию технических характеристик волоконно-оптических коммуникаций, от которых зависит помехозащищенность; управление оптической кабельной инфраструктурой [6]. Контроль помех будет тем эффективнее, чем больше информации о параметрах помехозащищенности системы передачи будет выявлено на этапе моделирования и визуализации, и использовано для обеспечения допустимого уровня качества работы волоконно-оптической системы при действии помех (т.е. для помехоустойчивости).

Анализ технических характеристик, определяющих помехозащищенность волоконно-оптических коммуникаций

Затухание оптических коннекторов вызывается как осевым и поперечным смещением сердцевин оптических волокон (ОВ) в наконечнике, так и геометрией самих сердцевин стыкуемых волокон.

Проанализируем факторы, влияющие на затухание в ОВ:

- 1) Несоответствие размеров сердцевин ОВ.
- 2) Поперечное смещение сердцевин ОВ.
- 3) Некруглость сердцевины ОВ.
- 4) Числовая апертура ОВ.
- 5) Угловая несоосность сердцевин двух стыкуемых ОВ.
- 6) Поперечное смещение наконечников коннекторов.
- 7) Стыковой зазор ОВ.
- 8) Условия ввода излучения в ОВ.

1) Несоответствие размеров сердцевин приводит к следующим последствиям: при передаче света из сердцевины большего диаметра в сердцевину меньшего диаметра часть мощности теряется. По многомодовому ОВ передается несколько групп мод. Число этих групп зависит от размера сердцевины и от длины волны излучения. К примеру, диаметр в 49,2 мкм является границей между возможностью передачи 18-ти и 19-ти групп мод. В случае монохроматического излучения это происходит очень резко. При использовании более широкополосных источников переход будет более плавным. Данное явление нетрудно понять, если мы представим себе ОВ, состыкованное с другим волокном с меньшим диаметром сердцевины. Часть света из первого ОВ попадет в оболочку второго и будет потеряна. Стандарт на ОВ OM3 оговаривает величину допуска на диаметр сердцевины (50 +/-2.5)мкм.

2) Поперечное смещение сердцевин ОВ влияет на затухание в точке стыка волокон. Оно вызывается эксцентриситетом сердцевины относительно оболочки ОВ. Тут также итоговое затухание связано с размером сердцевины, смещением и длиной волны излучения. Даже если сердцевин имеют один диаметр, смещение между ними может привести к затуханию в точке контак-

та. Для ОВ типа ОМЗ (одномодовое волокно) стандарт оговаривает величину поперечного смещения < 3.0 мкм.

3) Некруглость сердцевин необходимо дополнительно исследовать, ее влияние пока не установлено как отраслью, так и организациями по стандартизации. Стандарт допускает величину некруглости сердцевин менее 5% (для ОВ 50мкм это 2,5 мкм).

4) Различие в числовых апертурах (NA) стыкуемых ОВ также влияет на затухание. Требования к NA оговорены стандартом: $0,20 \pm 0,015$. Воздействие такого отклонения в соответствии с новой моделью ИЕС (Международной электротехнической комиссии) пока находится в стадии обсуждения. Старые же руководства [4] указывают, что в худшем случае затухание растет на 0,1 дБ..

5) Угловая несоосность сердцевин двух стыкуемых ОВ определяется размерами и совместимостью наконечников (феррулов) коннекторов и диаметром оболочки волокон. Для наконечников современных коннекторов данная несоосность весьма мала и вызываемым ею затуханием можно пренебречь.

6) Поперечное смещение наконечников зависит от совместимости наконечников, эксцентриситета их внутренних каналов, несовпадения диаметров оболочки ОВ и канала наконечника, а также несоосности сердцевин и оболочки. Смещение составляет менее 7мкм для современных многомодовых коннекторов.

7) Смещение по направлению оси, или стыковой зазор, описывает ситуацию, когда два торца волокон не имеют физического контакта. Чем больше зазор, тем больше затухание. Когда свет переходит из одной физической среды (волокна) в другую (воздух), часть его отражается в обратном направлении. Степень отражения света при переходе из одной физической среды в другую зависит от коэффициентов преломления этих сред. При переходе между средами волокно и воздух отражается около 3,4% передаваемой мощности. Если зазор между средами имеет очень малый размер (единицы мкм), то между границами полости может наблюдаться интерференция отраженных лучей, что может вызвать затухание величиной примерно в 0,7 дБ, как показано на рисунке 1. На рисунках 1...6 показаны экраны LCD-дисплея (от англ. Liquid Crystal Display – жидкокристаллический индикатор) тестера для оптических коммуникаций.

8) Условия ввода излучения в ОВ, при которых осуществляется измерение (рисунок 2), оказывают влияние на измеренную величину. Для одномодовых ОВ ввод излучения осуществляется лучом точно вдоль оси оптоволоконна с помощью лазерного диода. Для многомодовых ОВ может использоваться более дешевый светодиодный излучатель, имеющий более широкую диаграмму направленности излучения. Возможно применение нового дешевого излучателя, имеющего более узкую диаграмму направленности с большой интенсивностью излучения. Это поверхностно-излучающий лазер с вертикальным объемным резонатором VCSEL (от англ. Vertical Cavity Surface Emitting Laser), работающий на длине волны 850 нм и 1300 нм.

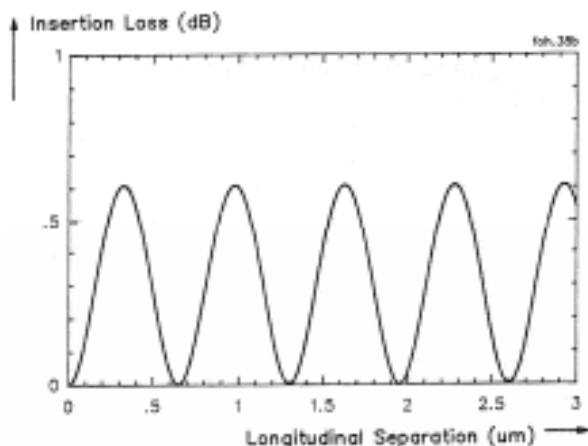


Рисунок 1 – Интерференционные эффекты в зазоре между ОВ

При прочих равных условиях на величину затухания коннектора влияет величина пути распространения света в ОВ. Коннекторы с большей величиной поперечного смещения будут показывать большую зависимость измеренного затухания при изменении условий ввода. На рисунке 2 показан пример измерений [4], из которого следует, что затухание одного и того же коннектора при вводе излучения с помощью поверхностно-излучающего лазера с вертикальным объемным резонатором VCSEL будет меньше, чем при вводе с полным заполнением светом OFL.

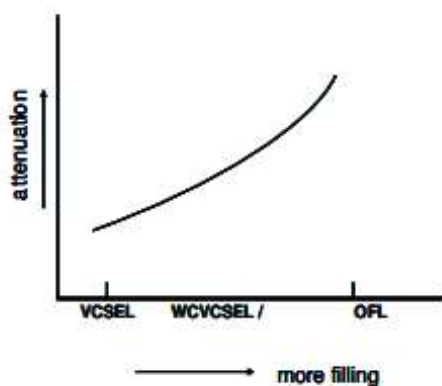


Рисунок 2 – Затухание в зависимости от способа ввода

Проанализируем факторы, влияющие на возвратные потери в многомодовых коннекторах. От торцов стыкуемых ОВ всегда будет происходить некоторое отражение сигнала. Причиной этого являются дефекты полировки, такие как царапины или лунки, изображенные на рисунке 3, а также поверх-

ностный слой с другим коэффициентом рефракции, связанный с материалом, используемым для полировки.

Базовым требованием к величине возвратных потерь многомодового коннектора является ≥ 20 дБ. Такую величину обеспечить нетрудно стандартной полировкой, даже в случае поврежденной поверхности скола ОВ. Это объясняется большим размером сердцевинки и величины NA (от англ. Numerical Aperture – числовая апертура), характеризующей максимальный угол ввода оптических лучей в волокно.

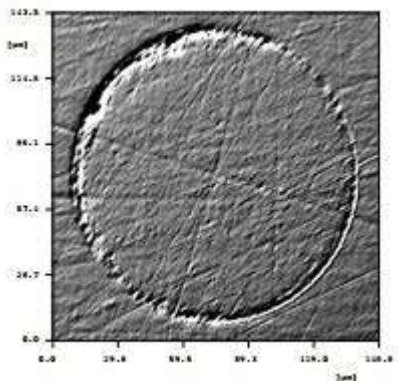


Рисунок 3 – Поврежденный торец с $RL \geq 20$ дБ

Важность чистоты торца волокна в наконечнике оптического соединителя демонстрируется на рисунке 4. Показана проверка чистоты торца после 1, 3 и 5 подключений. На рисунке 4 показано, что торцевая поверхность волокна всё больше загрязняется при каждом следующем подключении все больше, при этом грязь смещается к центру волокна. Это значительно влияет на результаты тестирования канала 1 и 10 Гбит/с. Любое загрязнение торцевой поверхности волокна может стать критическим, так как международным стандартом ISO/IEC 11801 определен бюджет потерь.

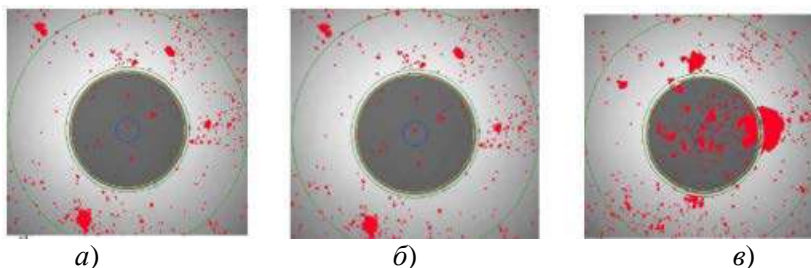


Рисунок 4 – Поверхность торцевого волокна:

а) при первом подключении; б) при втором подключении; в) при третьем подключении

Рекомендуется всегда проверять состояние торцов соединителей перед их соединением друг с другом, перед подключением к коммутационной панели или

к активному оборудованию. Важно своевременно удалять пыль и грязь с торца волокна, на рисунке 5 представлены результаты очистки торца волокна.

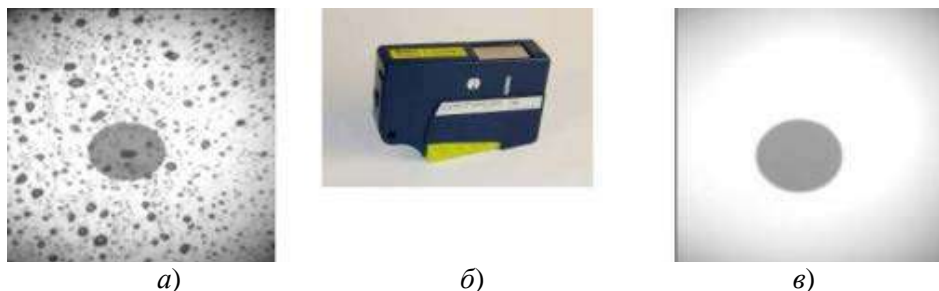


Рисунок 5 – Результаты очистки торца волокна:
а) осмотр торца; б) очистка; в) повторный осмотр

Для стабильного уровня отражения чрезвычайно важен физический контакт между торцами стыкуемых волокон. На рисунке 6 показаны большие колебания величины возвратных потерь при изменении продольного зазора между стыкуемыми ОВ.

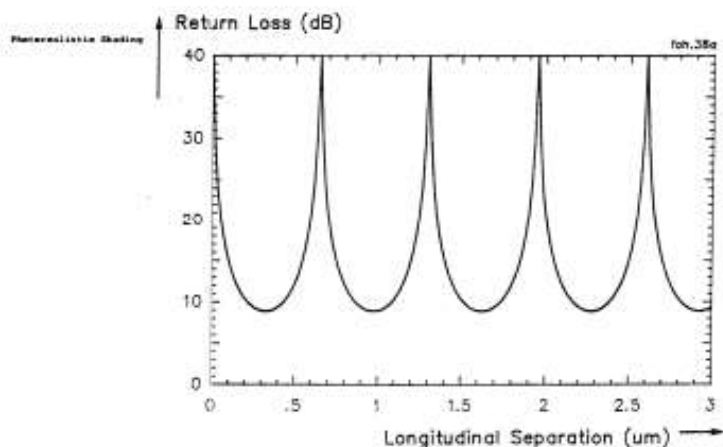


Рисунок 6 – Возвратные потери для малых зазоров

Для того чтобы обеспечить низкое затухание и стабильный уровень возвратных потерь, превышающий 20 дБ, физический контакт между торцами стыкуемых волокон является неперменным требованием. Когда в линии установлено несколько коннекторов, суммарные возвратные потери от кабельного тракта в направлении к излучателю будут увеличиваться. Стандарты на приложения [2] определяют максимально допустимую величину возвратных потерь в 12 дБ. Если величина возвратных потерь будет выше этого порогового уровня, то качество передачи данных будет ухудшаться. В соответствии с требованиями IEEE (от англ. Institute of Electrical and Electronics Engineers – Институт Инженеров Электротехники и Электроники), разрешается примене-

ние в оптическом тракте не более двух коннекторов с возвратными потерями ≥ 20 дБ. Это требование накладывает еще одно ограничение на число стандартных коннекторов, которые могут быть установлены последовательно.

На рисунке 7 приведены результаты теста «глаз-диаграмма» для качественной оценки передачи по оптическим коммуникациям.

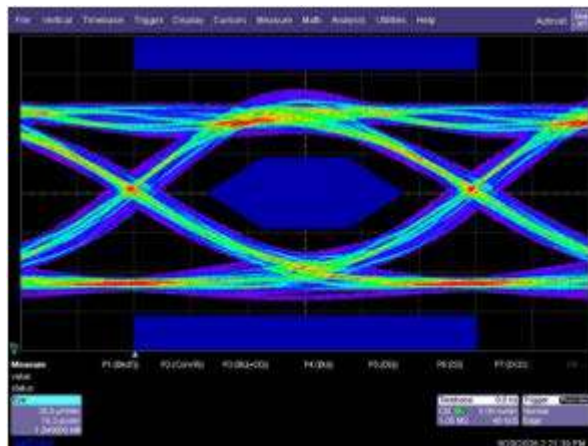


Рисунок 7 – Тест «глаз-диаграмма»

Зазор между шаблоном и сигналом является мерой качества передачи данных. Шаблон задается соответствующим стандартом на приложение. На рисунке 7 построен тест для линии 10 GBASE-SR Ethernet, состоящей из 8-ми оптимизированных кассет с общим числом коннекторов, равным 16, и 216 м кабеля типа OM3.

При анализе характеристик ВОК важно также измерить модовую полосу пропускания BW (от англ. bandwidth). В таблице 1 представлены методы измерения BW в соответствии со способами ввода излучения. Как правило, данные об измеренной полосе пропускания не коррелируют между собой, следовательно, не могут быть использованы произвольно (без привязки к типу источника излучения) для расчета ВОК.

Указанные методы измерений применимы к новым стандартам TIA/EIA, IEC и ISO и спецификациям

Алгоритм вычисления минимальной эффективности полосы пропускания можно упростить и вместо DMD маски, используемой для измерений, использовать несколько стандартных источников светового излучения для анализа полученного набора значений EMBc и выбора из них минимального значения.

Для исследования методом DMD распределения мощности оптического сигнала строится трехмерный график. На рисунке 8 показано, что при построении графика радиальное положение пятна определяется по осям x и y , мощность определяется по оси z (выделена цветом). Можно считать, что при вводе через 5-ти микронное модовое пятно распределение мощности является гауссовым. Пик мощности на графике обозначен красным цветом, снижение

мощности – через желтый цвет к зеленому и синему цвету.

Для оценки радиального распределения мощности излучения вычисляется

$$P(t) = \sum_{k=0}^n u_i(p, t) w_i(p), \quad (2)$$

где i – номер шага радиального сдвига ввода излучения в ОВ от 0 до 25 μm , u_i – временной отклик волокна на шаге i в процессе DMD измерения, w_i – взвешивающая функция.

Согласно требованиям стандарта TIA 492AAAC, 86% кругового потока источника светового излучения должно быть в радиусе 19 μm . С другой стороны, стандарт требует, чтобы не более 30% кругового потока содержалось в круге радиусом 4,5 μm . На рисунке 9 показаны данные по многотысячной выборке источников оптического излучения. По оси абсцисс отложены значения тех источников, которые вписываются в рамки 86% кругового потока в круге радиусом 19 μm , по оси ординат – в рамках 30% кругового потока в круге радиусом 4,5 μm . Выбраны 10 источников для вычисления минимальной эффективности модовой полосы пропускания.

Выбирая минимальную ЕМВс из результатов измерений для широкой выборки источников, можно вычислить минимально возможную модовую полосу пропускания для наихудшего случая.

Проведение измерений и их результаты используются для того, чтобы оценить, будут ли созданные в модернизированных оптических системах условия ввода излучения в ОВ, обеспечиваемые в лабораторных, производственных и полевых тестах, обеспечивать требования по затуханию к оптическим коммуникациям с применяемыми для приложений источниками излучения [7...19].

Моделирование волоконно-оптических коммуникаций для определения эксплуатационных характеристик

Провести измерения при вводе излучения в ОВ на соответствие требованиям к бюджету мощности в 2,6 дБ, определяемого спецификацией 10Gigabit Ethernet, возможно в специальных лабораторных условиях, с использованием дорогостоящего измерительного оборудования.

При введении в эксплуатацию телекоммуникационной системы необходимо учитывать, что часто измерения на месте эксплуатации телекоммуникационных систем невозможны. Например, действительная величина ширины полосы пропускания уже построенных волоконно-оптических коммуникаций не замеряется [1]. Требуемые по стандарту частотные параметры и параметры задержки распространения сигнала проектируемых трактов гарантируются выбором элементной базы и четким выполнением заданного ограничения на максимальную длину кабеля, в соответствии с международными и отечественными стандартами.

Таблица 1 – Методы измерения модовой полосы пропускания

Обозначение метода	Суть метода	Соответствие метода стандартам	Применение
OFL (от англ. Over Filled Launch condition – полное заполнение (переполнение) светом)	Измерение модовой полосы пропускания (BW) многомодового оптоволокна (ММ ОВ) при полном заполнении светом (возбуждаемым от СИД) его сердцевины	TIA FOTP 204, IEC 60793-1-41	Предназначен для окон прозрачности 850 и 1300 нм. Метод и полученные с его помощью данные целесообразно использовать в тех случаях, когда источником излучения в системе с ММ ОВ является СИД
RML (от англ. Restricted Mode Launch Bandwidth – частичное заполнение ОВ светом)	Измерения BW ММ ОВ при ограниченном возбуждении мод, возбуждаемым от лазеров типа VCSEL	TIA FOTP 204	Предназначен для окон прозрачности 850 и 1300 нм. Метод и полученные с его помощью данные целесообразно использовать в тех случаях, когда источником излучения в системе с ММ ОВ является VCSEL
DMD (от англ. Differential Mode Delay Mask Set Bandwidth – дифференциальная модовая задержка)	Измерения BW ММ ОВ на основании дифференциальной модовой задержки (DMD), измеренной с помощью установки маски, пропускающей возбуждаемое источником световое пятно. Формирование с помощью маски светового пятна излучения диаметром 5 мкм, которое в зависимости от положения на плоскости среза ММ ОВ возбуждает свой набор мод.	TIA FOTP 220, IEC 60793-2-10	Измеряет интенсивность пучка и DMD для данного набора, например, при смещении/сканировании пятна по радиусу ОВ, можно оценить радиальное распределение мощности излучения произвольного источника, а затем пересчитать его на полосу BW
min EMBc (от англ. Minimum Effective Mode Bandwidth – метод измерения минимальной эффективной модовой BW)	Метод основан на знании радиального распределения мощности световой энергии.	TIA FOTP 220, IEC 60793-2-10	Для минимизации по множеству стандартных источников. Универсален и может заменить все три предыдущие

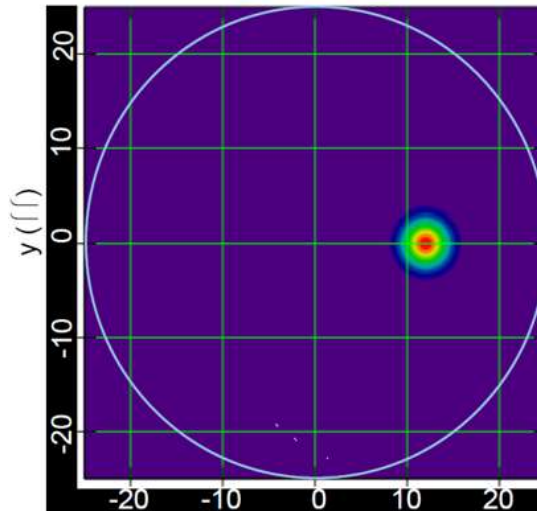


Рисунок 8 – Исследование распределения мощности методом DMD

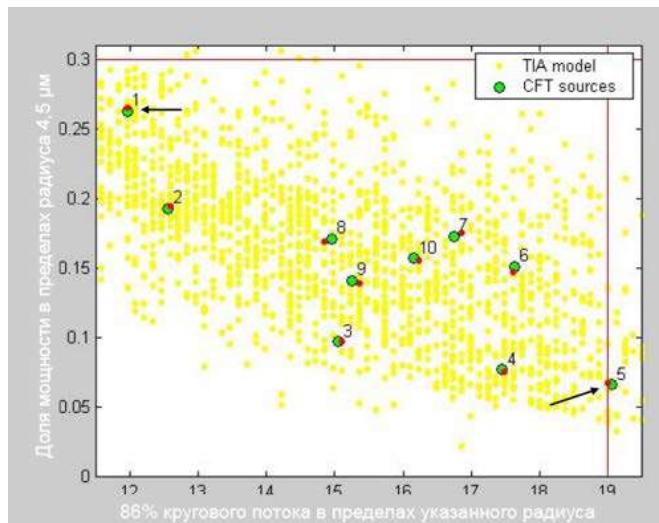


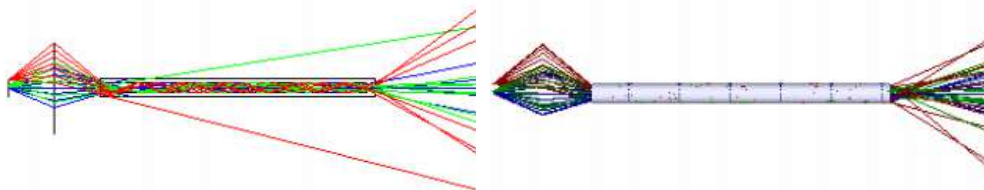
Рисунок 9 – Исследование распределения мощности методом DMD

Для анализа эксплуатационных характеристик волоконно-оптических коммуникаций предлагается моделирование ОВ и типов соединений ОВ в трехмерной среде. Моделирование позволяет задать геометрические и конструктивные параметры оптической системы, варьировать длину волн и величину синуса максимального входного угла волновода или оптоволокна (апертуру), осуществлять предпроектный анализ с визуализацией трехмерных сечений оптических кабелей. На рисунке 10 показаны результаты построения в среде Zemax трехмерного (рисунок 10 а) и твердотельного (рисунок 10 б) изображения оптического кабеля, на рисунке 11 а приведены результаты моделирования диаграммы пятна рассеяния светового пучка.

Эти визуализированные данные используются для анализа волоконно-

оптических коммуникаций. Диаграмма пятна рассеяния служит для того, чтобы отображать в одном месте пятна рассеяния всех позиций полей для иллюстрирования распределения световой энергии. Из диаграммы, представленной на рисунке 11 а, можно сделать вывод о том, что вследствие явления дифракции световых лучей распределение энергии неравномерное. С помощью используемой программы можно выполнить не только моделирование, но и расчет дифракционной модуляционной функции для заданного поля (рисунок 11 б), используя алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ).

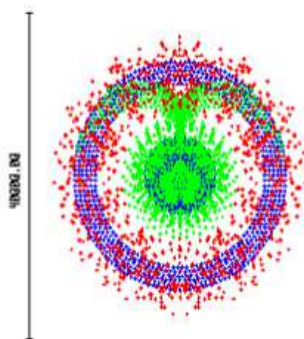
Анализ геометрического распределения концентрации энергии, который можно осуществить по графическим зависимостям рисунка 12, показывает, как распределена энергия в зависимости от координат исходного поля и зависимости от расстояния до центра. График геометрического распределения энергии ВОК и точечная диаграмма пятна рассеяния используются для анализа характеристики ВОК совместно.



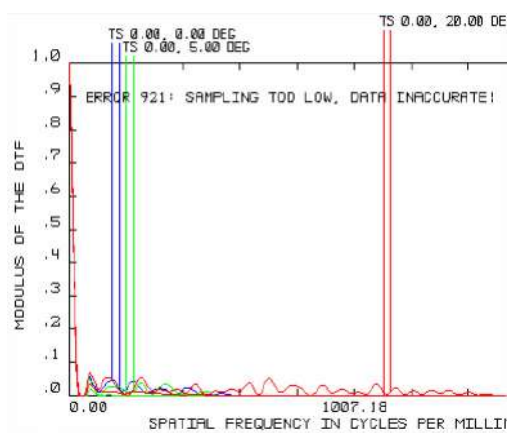
а) трехмерное изображение ОВ

б) твердотельное изображение ОВ

Рисунок 10 – Модель оптического волокна



а) точечная диаграмма пятна рассеяния по всему полю ВОК



б) модуляционная передаточная функция ВОК

Рисунок 11 – Моделирование характеристик ВОК

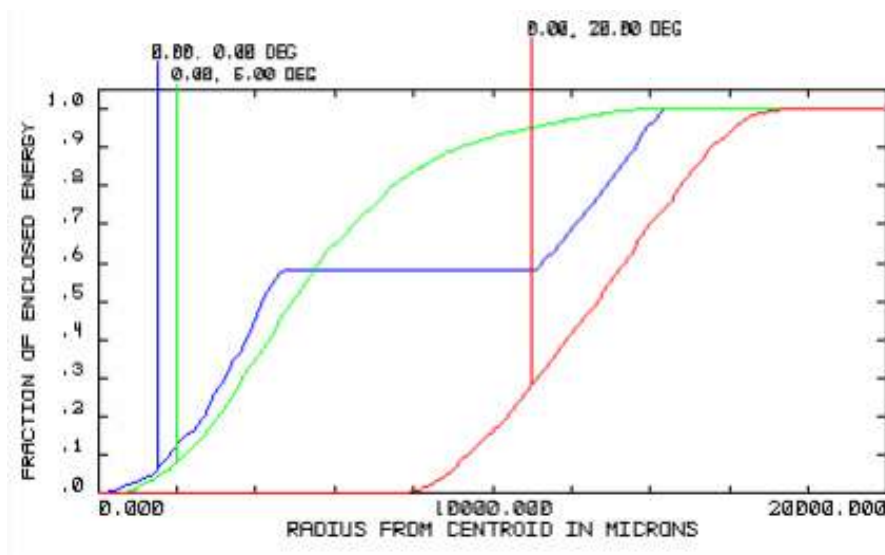
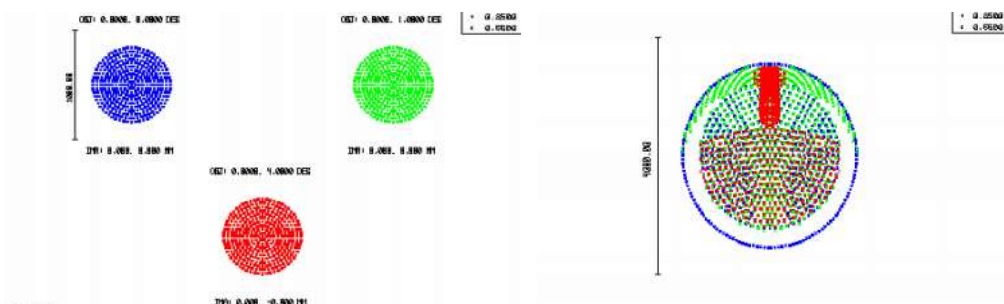


Рисунок 12 – Распределение энергии ВОК

При создании модели различных типов соединений ВОК и анализе основных характеристик волокон с такими соединениями необходимо учитывать зазор между ОВ; смещение ОВ относительно друг друга; угловое рассогласование ориентации осей ОВ и зазор между осями. Параметры ОВ обычно одинаковы, можно варьировать те параметры ОВ, которые характеризуют условия соединения волокон. Анализ для трех позиций полей, создаваемых ВОК можно осуществить, используя смоделированную диаграмму пятна рассеяния, которая характеризует световой пучок на выходе первого волокна (рисунок 13 а).

Для анализа равномерности распределения световой энергии ОВ строится точечная диаграмма пятна рассеяния с учетом всех создаваемых полей на входе второго волокна (рисунок 13 б). Из диаграммы рисунка 13 б можно сделать вывод о равномерном распределении энергии на выходе первого ОВ и неравномерном распределении энергии при вводе оптического излучения во второе ОВ, это объясняется дифракцией и потерями в зазоре. Результаты распределения энергии показаны на рисунке 14.



а) диаграмма пятна рассеяния для трех позиций полей на выходе первого волокна

б) точечная диаграмма пятна рассеяния по всем полям на входе второго волокна

Рисунок 13 – Моделирование соединений ВОК

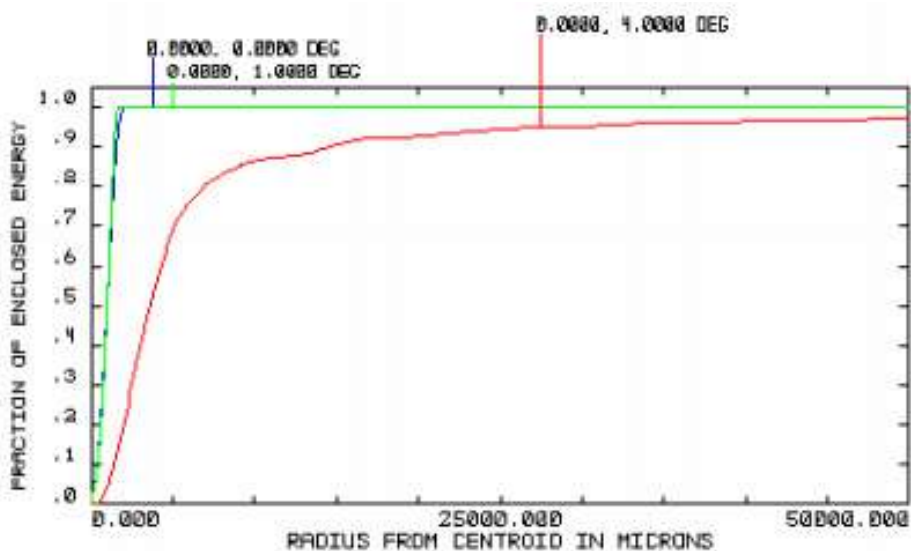


Рисунок 14 – Геометрическое распределение энергии при соединении ВОК

Моделирование волоконно-оптических коммуникаций с помощью средств современных информационных технологий позволяет обеспечить гибкость решений при построении высокоскоростных систем передачи данных и уменьшить количество измерительных процедур в специализированных лабораторных условиях, с использованием дорогостоящего оборудования для измерения параметров волоконно-оптических коммуникаций.

Выводы

На основе анализа различных способов измерений модовой полосы пропускания определен способ вычисления минимальной эффективной модо-

вой полосы пропускания. Полученный способ расчета учитывает физику распределения световой мощности оптических источников и является масштабируемым решением проблемы измерения, так как применим к любому протоколу и скорости передачи данных, совместим с любым источником оптического излучения.

Разработаны способы моделирования и расчета помехоустойчивости волоконно-оптических коммуникаций с помощью средств современных информационных технологий: средствами виртуализации и эмуляции.

Результаты исследований будут использованы для улучшения эффективности, усовершенствования известных и вновь разрабатываемых волоконно-оптических коммуникаций.

Литература

1. Семенов, А. Б. Волоконно-оптические подсистемы современных СКС – М.: ДМК Пресс; компания «Айти». – 2007 – 632 – с.1.
2. Семенов, А. Б. Совершенствование многомодовой волоконной оптики для СКС / А. Б. Семенов, Б. Н. Фомичев // Вестник связи. – 2015. – № 3. – С. 32-34.
3. Incites T11: Fibre Channel standards, Infiniband TA: Infiniband standards, IEEE 802.3: Gigabit Ethernet standards.
4. Optical Fibre Splices and Connectors. С.М. Miller ISBN 0-8247-7250-1.
5. Аббасова, Т. С. Принципы и средства оптимизации высокоскоростных информационных каналов // Информационно-технологический Вестник. – №2(02). – 2014. – С. 10 – 16.
6. Аббасова, Т. С. Обеспечение эффективного функционирования систем управления кабельной инфраструктурой / Т. С. Аббасова, Ю. В. Стрэналюк, Н. А. Васильев // В сборнике: Исследования в области теоретических основ информатики и системного анализа / под научной редакцией д. т. н., проф. В. М. Артюшенко. Королев. – 2014. – С. 5-24.
7. Семенов, А. Б. Модульно-кассетные волоконно-оптические решения с улучшенными параметрами / А. Б. Семенов, М. Журавлева, И. Сидоркина // Журнал сетевых решений LAN. – 2014. – № 3. – С. 49.
8. Семенов, А. Б. Обязательно ли СКС быть универсальной? / А. Б. Семенов // Вестник связи. – 2006. – №10. – с. 37 – 41.
9. Аббасова, Т. С. Анализ самоподобия мультимедийного трафика и его влияния на электромагнитную совместимость оборудования телекоммуникационных систем / Т. С. Аббасова // Двойные технологии. – 2015. – № 1 (70). – С. 21-24.
10. Аббасов, А. Э. Оптимизация параметров моделируемых устройств / Инновационные аспекты социально-экономического развития региона / А. Э. Аббасов / сб. тр. по материалам V ежегодной научной конференции аспирантов ФТА. – Королев МО. – 18.12.2014. – С. 10-19.
11. Аббасов, А. Э. Оценка качества программного обеспечения для современных систем обработки информации / А. Э. Аббасов, Т. Э. Аббасов // Информационно-технологический Вестник. – №3(05). – 2015. – С. 15 – 27.

12. Артюшенко, В. М. Исследование параметров модели потока ошибок в дискретных каналах связи / В. М. Артюшенко // Научный журнал. Вопросы региональной экономики. – 2011. – № 1(6). – С.96 – 107.
13. Стреналюк, Ю. В. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации / О.А. Копылов, Ю. В. Стреналюк, Е. Д. Штрафина // Королев: ФТА. – 318 с.
14. Аббасов, А. Э. Исследование технологических процессов сборки сложных технических устройств с использованием современных методов обработки информации / А. Э. Аббасов // Информационно-технологический Вестник. – № 2(04). – 2015. – С. 3 – 13.
15. Аббасов, А. Э. Оптимизация параметров моделируемых устройств / Инновационные аспекты социально-экономического развития региона / А. Э. Аббасов / сб. тр. По материалам V ежегодной научной конференции аспирантов ФТА. – Королев МО. – 18.12.2014. – С. 10-19.
16. Аббасов, Э. М. Экспертная оценка качества программного обеспечения для трехмерного моделирования / Э. М. Аббасов, А. Э. Аббасов // В сборнике: Инновационные исследования: проблемы внедрения результатов и направления развития / Сборник статей Международной научно-практической конференции. Ответственный редактор: Сукиасян Асатур Альбертович. – 2016. – С. 18-21.
17. Аббасов, Э. М. Достижение максимальной производительности при работе с крупными хранилищами данных / Э. М. Аббасов, Э. Э. Акимкина // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT-2016): сб. статей VI международной заочной научно-технической конференции. Ч.1 / Поволжский гос. ун-т сервиса. – Тольятти: Изд-во: ПВГУС. – 24-25.03.2016. – С. 7 – 12 (345 с.).
18. Акимкина, Э. Э. Развитие и адаптация имитационного и компьютерного моделирования в системах поддержки принятия решений / Э. Э. Акимкина // Современные информационные технологии / сборник трудов по материалам II-ой межвузовской научно-технической конференции 14 сентября 2016 года, г.о. Королев. – «МГТУ» / Под общей науч. ред. док. техн. наук, проф. В. М. Артюшенко. – М.: Издательство «Научный консультант». – 2016. – С. 112 – 121 (182 с.).
19. Артюшенко, В. М. Мультимедийные гибридные сети / В. М. Артюшенко, А. К. Гуреев, В. В. Абраменков, К. А. Енютин. – монография. – М.: МГУС. – 2007. – 94 с.

УДК 629.7

Проблемы внедрения технологий бесконтактной идентификации на производстве и в банковских структурах

Э.Э. Акимкина, аспирант,

Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования Московской области

«Технологический университет», г. Королев, Московская область,

Т.Э. Аббасов, студент,

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Российская экономическая академия им. Плеханова», г. Москва,

Ю.А. Шмелева, студент,

Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования Московской области

«Технологический университет», г. Королев, Московская область

Проанализированы проблемы внедрения технологий радиочастотной идентификации; обоснована необходимость разработки организационно-технических мероприятий по снижению затрат на сетевую инфраструктуру, средства подключения и считыватели для реализации данной технологии; на основе анализа технических характеристик и особенностей построения существующих технологий радиочастотной идентификации сформулирована методика выбора технологии; предложены организационно-технические мероприятия для снижения затрат на оборудование и программное обеспечение; показаны возможности интеграции данной технологии в технологии корпоративных информационных систем предприятия для управления технологическими процессами.

Радиочастотная идентификация, скорость обработки данных, автоматический контроль.

Technology Problems of implementation of contactless identification in manufacturing and banking structures

E.E. Akimkina, graduate student,

State Educational Institution of Higher Education

Moscow Region «University of technology», Korolev, Moscow region,

T.E. Abbasov, student,

State budget institution of higher education

«Russian Academy of Economics after Plekhanov», Moscow,

Y.A. Shmeleva, student,

State Educational Institution of Higher Education

Moscow Region «University of technology», Korolev, Moscow region

The problems of the introduction of RFID technologies; the necessity of the development of organizational and technical measures to reduce the cost of network

infrastructure, connectivity, and readers for the implementation of this technology; based on the analysis of the technical characteristics and construction of the existing RFID technology formulated technique of choice of technology; proposed organizational and technical measures to reduce the cost of hardware and software; The possibilities of the integration of this technology in the corporate enterprise information systems technology for process control.

Radio frequency identification, processing speed, the automatic control.

Введение

Общий уровень экономического развития страны во многом является объективным условием для распространения новых методов производства и управления, основанных на современных информационных технологиях. В наиболее динамично развивающихся областях (логистика, транспорт, торговля, контроль доступа, банковские услуги) актуальны вопросы разработки и внедрения аппаратно-программных комплексов для автоматизации различных производственных и бытовых задач на базе технологии бесконтактной идентификации и регистрации объектов с помощью электронных меток, в состав которых входит микрочип с антенной [1].

К проблемам внедрения технологии бесконтактной идентификации относятся высокая стоимость аппаратного и программного обеспечения, отсутствие хорошей защищенности от несанкционированного доступа при использовании бесконтактных средств платежа, необходимость разработки беспрецедентных мер безопасности при продаже билетов на спортивные и театрално-концертные мероприятия [1...3]. Например, в торговле проблемы повсеместного чипирования для отслеживания контрафактной продукции приводят к тому, что внедрение оборудования предполагает большие затраты для различных производителей, таможенников, оптовиков и ритейлеров, принимающими товар на реализацию. Стоимость приобретения считывающих устройств, средств подключения и меток будет включаться в стоимость продукции.

Поэтому необходимо разработать организационно-технические мероприятия по снижению затрат на внедрение и эксплуатацию бесконтактных технологий.

Анализ технологий идентификации

Идентификация необходима для однозначного определения объекта; распознавания объекта по его свойствам; группирования объектов по определенным признакам; выделения объекта из множества подобных. Для идентификации конкретной продукции (типов, марок, артикулов и т.д.) в зависимости от решаемых задач может использоваться минимальный и максимальный набор информации. Минимальный набор, как правило, включает наименование изделия, его условное обозначение или код и номер, обозначение нормативного или технического документа, определяющего характеристики данного изделия. Максимальный набор информации, необходимый для идентификации изделия, включает дополнительно к минимальному на-

бору все его физические (химические, биологические) и эксплуатационные (потребительские) характеристики.

Данные таблицы 1 позволяют сделать вывод о том, что технология RFID (от англ. Radio Frequency Identification Devices – технология радиочастотной идентификации) имеет большие перспективы. Радиочастотное распознавание с помощью RFID осуществляется с помощью закрепленных за объектом специальных меток, несущих идентификационную и другую информацию. В состав такой электронной метки входит электронный чип как носитель информации и ридер как устройство опроса или чтения. Задачи идентификации: временной учет событий с участием объектов, обработка информации и принятие решений о дальнейшем использовании объекта.

Как правило, системы радиочастотной идентификации состоят из трех основных компонентов [3]: радиометки как средства маркировки объектов (активные со своим собственным питанием и пассивные без своего питания); устройства чтения и записи радиометок (считыватели); серверное аппаратное и программное обеспечение, которое декодирует информацию со считывателей и представляет ее в формате, необходимом для систем управления. На рисунке 1 приведено распределение затрат на компоненты RFID-систем.

Из диаграммы рисунка 1 можно сделать выводы, что самые затратные элементы для внедрения RFID-технологий – технические и программные средства для подключения к локальным вычислительным сетям и услуги по их подключению, на втором месте – стоимость считывателей.

Диаграмма рисунка 2 показывает, что опережающими темпами технологии RFID внедряются в Восточной Азии, а диаграмма рисунка 3 показывает распределение рынка RFID-систем по регионам.

Анализ данных диаграммы, приведенной на рисунке 3 [1], позволяет сделать вывод о том, что наибольшее распространение в мире RFID-технологии получили в финансовых и транспортных системах, в системах безопасности.

Анализ экономической целесообразности применения RFID-технологий

При анализе доходов от вложений в информационные технологии (ИТ) предприятиям и банкам вначале необходимо выявить количественные параметры измерения ИТ-инфраструктуры. Долгое время одним из ключевых параметров оценки эффективности вложений в информационную инфраструктуру была цена ИТ-приложений, которая оставалась сравнительно высокой. В последние годы объемное предложение на ИТ-рынке, развитие отечественной индустрии производителей информационных технологий привели к значительному снижению себестоимости информационных систем. Критический аспект, который необходимо учитывать при оценке эффективности информационных технологий, – это отсутствие единых критериев измерения продуктивности ИТ-вложений и работы информационных систем.

Таблица 1 – Сравнительный анализ технологий RFID, штрих-кодowego кодирования и QR-кода

Характеристики технологии	RFID	Штрих-код	QR-код
Необходимость в прямой видимости метки	Чтение даже скрытых меток	Чтение без прямой видимости невозможно	Чтение без прямой видимости невозможно
Объём памяти	От 10 до 512 000 байт	До 100 байт	До 3 072 байт
Возможность перезаписи данных и многократного использования метки	Есть	Нет	Нет
Дальность регистрации	До 100 м	До 4 м	До 1 м
Одновременная идентификация нескольких объектов	До 200 меток в секунду	Невозможна	Зависит от считывателя
Устойчивость к воздействиям окружающей среды: механическому, температурному, химическому, влаге	Повышенная прочность и сопротивляемость	Зависит от материала, на который наносится	Зависит от материала, на который наносится
Срок жизни метки	Более 10 лет	Зависит от способа печати и материала, из которого состоит отмечаемый объект	Зависит от способа печати и материала, из которого состоит отмечаемый объект
Безопасность и защита от подделки	Подделка практически невозможна	Подделать легко	Подделать возможно
Работа при повреждении метки	Невозможна	Затруднена	Затруднена
Идентификация движущихся объектов	Да	Затруднена	Затруднена
Подверженность помехам в виде электромагнитных полей	Есть	Нет	Нет
Идентификация металлических объектов	Возможна	Возможна	Возможна
Использование как стационарных, так и ручных терминалов для идентификации	Да	Да	Да
Габаритные характеристики	Средние и малые	Малые	Малые
Стоимость	Средняя и высокая	Низкая	Низкая

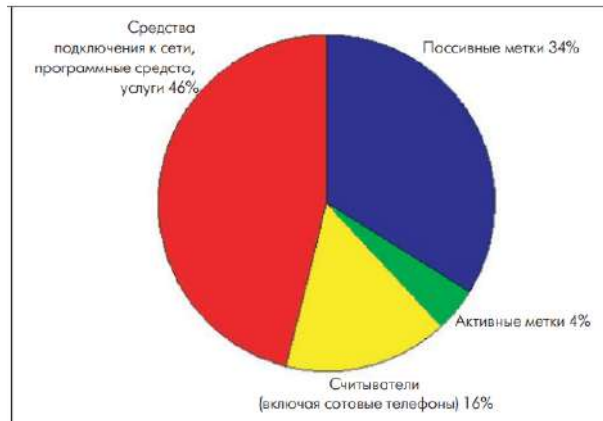


Рисунок 1 – Распределение затрат на компоненты RFID [4]

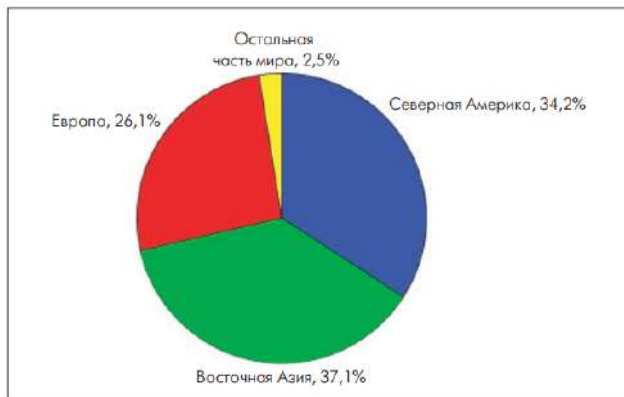


Рисунок 2 – Прогнозируемое на 2016 год распределение рынка RFID-систем по регионам [4]

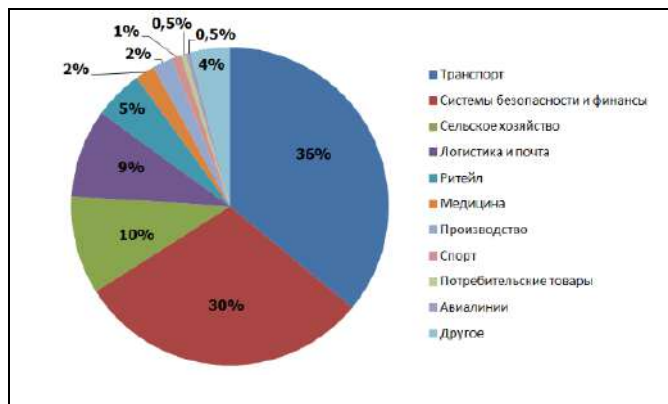


Рисунок 3 – Прогнозируемое на 2016 год распределение рынка RFID-систем по регионам [1]

Экономический эффект от внедрения информационно-коммуникационной технологии (ИКТ), в том числе RFID-технологии, включает снижение стоимости взаимодействия субъектов внутри предприятия, т.е. снижение транзакционных издержек. В этом случае проблема определения эффективности ИКТ как экономического инструмента упрощается, т. к. становится возможным использовать стандартный коэффициент рентабельности инвестиций (ROI)². С учетом вышеприведенного 100%го распределения эффекта внедрения ИТ на сокращение транзакционных издержек уместна следующая формула:

$$ROI_{IT} = \frac{\Delta CostsT - CostsIT}{CostsIT} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где $CostsT$ – это разница между транзакционными издержками до внедрения и после $CostsIT$ – затраты на покупку и внедрение информационной технологии.

Отдельно стоит проанализировать эффективность внедрения информационно-коммуникационных технологий в банковских структурах. В работе [2] показано, что только в течение ограниченного промежутка времени инновация соответствует потребностям банка, а внедряемые изменения не затрагивают сути бизнес-процессов и организационной структуры. Наступает момент, когда в изменившихся рыночных условиях любая технология теряет актуальность и становится сдерживающим фактором. Расходы банков на ИТ, показанные на рисунке 4 с помощью диаграммы, показывают, что только ПАО «Сбербанк» уделяет должное внимание внедрению новых ИТ.

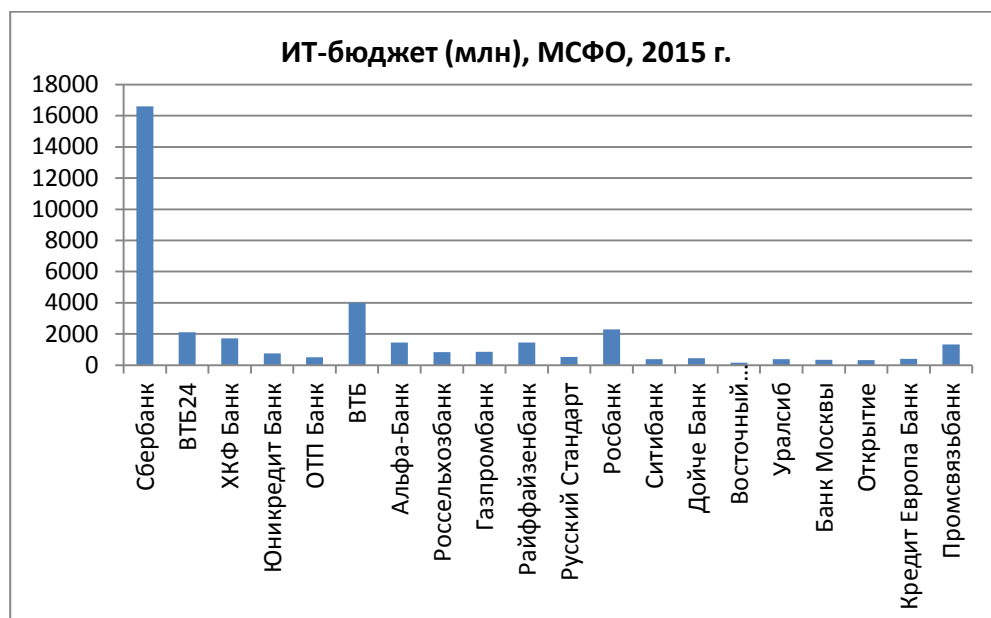


Рисунок 4 – Расходы банков на информационные технологии

Однако в [5] утверждается, что переосмысление подходов к оценке эффективности инвестиций в информационные технологии стало результатом детального изучения совокупной системы затрат на создание и обслуживание ИТ-инфраструктуры. Исследования показывают, что расходы на ИТ являются теми вложениями, которые по сравнению с расходами на выплату процентов по кредитам, непроцентным расходам, затратами на выплаты жалований сотрудникам, а также операционные расходы приносят наибольшую окупаемость. Эти выводы были сделаны на основе анализа информации по бюджетам более 13 крупнейших банков США в начале XXI века. Основные параметры развития ИТ-инфраструктуры в банке обуславливаются двумя критическими характеристиками:

1) Удельным весом информации в банковском бизнесе, поскольку в совокупности банковские бизнес-процессы представляют собой получение, обработку и дальнейшую транзакцию информационных потоков, за счет чего формируется та часть банковской прибыли, которая не вытекает из прибыли от процентной ставки по кредитам.

2) Необходимостью обеспечить максимально эффективное управление информационной безопасностью, также основывающееся на применении круга современных ИТ-решений.

Ключом к повышению эффективности банковского бизнеса является совместное управление пакетом трансформационных ИТ-проектов, осуществляемое на основе задач и организационных изменений бизнеса, а также изменений в системе ИТ.

Требования к техническим характеристикам RFID-систем

На основе анализа аппаратной архитектуры RFID-считывателя формулируются требования к его техническим характеристикам. На рисунке 5 приведена структурная схема радиочастотной идентификации объектов, характеризующая процессы обработки информационных данных с RFID-метками. Считыватель RFID-меток (ридер) служит для опроса меток и чтения.



Рисунок 5 – Система идентификации объектов RFID

Обычно при выборе ридера достаточно выбрать только поддиапазон

(Европейский или Американский). Как правило, ридер функционально состоит из 3х модулей, это перестраиваемый высокочастотный приемо-передатчик, способный обрабатывать сигналы с различными видами модуляции, блок цифрового управления и интерфейсный модуль. Выбор несущей частоты осуществляется программно. Например, функционально ридеры UHF диапазона можно разделить на 3 группы: ридеры для авторизации транспондеров; стационарные ридеры; мобильные терминалы.

Для UHF диапазона пассивный транспондер (приемопередатчик) представляет собой полноценный приемопередатчик, питание которого осуществляется от конденсатора, заряжаемого от сигнала накачки, излученного ридером. В зависимости от принятого радио-протокола обмена, ширина полосы сигнала составляет 70...500 КГц, разрешенная в США мощность сигнала ридера не превышает 2Вт. В странах Евросоюза под применение RFID выделен диапазон 869,525 МГц при разрешенной мощности запроса 4 Вт. В различных странах Европы не входящих в Евросоюз и Юго-Восточной Азии применяются частоты 860...890 МГц. Микросхемы для транспондеров делает ограниченное число компаний. Из наиболее заметных компаний следует назвать PHILIPS, Texas Instruments, EM Microelectronic Marin, Atmel. На рисунке 6 приведен внешний вид транспондера.



Рисунок 6 – Транспондер RI-UHF-00C02-03

Для того чтобы использовать метку в системе маркировки продукции, необходимо в базе данных (БД) системы поставить в соответствие номер метки и наименование (артикул) помечаемого продукта (сделать авторизацию). При перезаписи метки производится запись в память метки кода продукции, в использовании меток с ID, записанным на заводе изготовителе, номер метки заносится в базу данных в графу, соответствующую помечаемому продукту. Иногда в процессе авторизации на метке печатается этикетка с наименованием или штрих-кодом.

Ридеры для авторизации транспондеров, как правило, имеют небольшую мощность запросного сигнала. Они используются для автоматизированного внесения транспондера в соответствующую базу данных. Среди производителей печатающего оборудования следует отметить компании Printronix и Zebra. Принтеры этой компании позволяют выполнить кодировку меток RFID с помощью данных EPCglobal (организация, разрабатывающая единый стандарт для RFID-систем), осуществить печать метки и ее нанесение на продук-

ты.

Когда для авторизации метки в базе данных не требуется печать этикетки, используют ридеры типа MP9310 производства компании SAMSYS Technologies (рисунок 7) или MPR-2010AN компании AWID.



Рисунок 7 – Ридеры MP9310 производства компании SAMSYS Technologies и MPR-2010AN компании AWID

Мощность запросного сигнала для ридера MP9310 регулируется в диапазоне 0,1...0,5 Вт, для ридера MPR-2010AN 0,1...1 Вт. Ридер MPR-2010AN имеет встроенную антенну. Эти ридеры позволяют осуществлять надежную запись информации в метку и ее считывание на расстояниях 0,5...0,9 м. Для связи с хост-компьютером используются USB или последовательный порты. Стационарные ридеры UHF диапазона с выходной мощностью более 2 ватт считывают информацию с UHF меток на расстоянии нескольких метров.

В соответствии с конструкцией ридеры делятся: ридеры со встроенной антенной; одноканальные ридеры; многоканальные ридеры.

В случае, когда проектируемая RFID система состоит из небольшого числа контрольных точек регистрации, удаленных друг от друга на расстоянии более 20 м, в системе целесообразно применять ридеры с встроенной антенной (рисунок 8 а). Синхронизация работы и обмен информацией с каждым из ридеров, входящих в систему, осуществляется по двухпроводной сети по протоколу RS-485. Сеть может иметь длину до 1,5 км и работать под управлением одного хост-компьютера. В сети может одновременно работать до 64 ридеров. Ридеры с встроенной антенной не требуют дополнительных работ по согласованию и настройке антенных кабелей, достаточно просты и надежны в работе.



Рисунок 8 – Стационарные ридеры

Иногда возникает необходимость разнести ридер и приемную антенну, это часто связано с трудностями обеспечения ридера электропитанием или климатическими требованиями. В этих случаях рекомендуется использовать одноканальные ридеры (рисунок 8 б). Ридер соединяется с вынесенной антенной экранированным кабелем длиной до 10 м с волновым сопротивлением 50 Ом. Ридеры, как правило, имеют интерфейс RS232, RS485.

При создании больших распределенных систем RFID используются многоканальные ридеры (рисунок 8 в). Многоканальные ридеры различных производителей имеют от двух до четырех независимых приемных каналов. Это позволяет использовать один ридер для чтения меток в нескольких контрольных точках. Главным преимуществом таких ридеров возможность работы по протоколу TCP IP. При настройке ридер получает IP адрес в сети, и информация может подаваться на него и считываться любым из управляющих компьютеров, работающих в этой сети.

Вместе с ридерами UHF диапазона используются выносные антенны. Использование антенных решеток позволяет увеличить усиление до 12...13 dBi.

В задачах складской логистики, инвентаризации, библиотечного хранения возникает потребность в мобильных считывателях (рисунок 9 а, б).



Рисунок 9 – Мобильные терминалы для RFID-систем

Такие устройства на базе PDA-компьютеров с автономным питанием, памятью, клавиатурой и интерфейсами, передают в конце рабочего дня в стационарную БД накопленную информацию. В связи с тем, что при ограниченном ресурсе питания мобильный терминал должен обеспечивать время работы до восьми часов, мощность излучения таких ридеров редко превышает 0,5 Вт. Дальность действия мобильных устройств 1...1,5 м. Питание карт-ридера, подключаемого к карманному PDA-компьютеру (от англ. Personal Digital Assistant, PDA – «личный цифровой секретарь»), осуществляется от аккумулятора, подключенного к нему наладонника время непрерывной работы без подзарядки не более 4 часов.

Наиболее распространенные частотные диапазоны RFID-систем приведены в таблице 2.

Одно из применений RFID-технологий в торговле в настоящее время –

маркировка изделий текстильной и кожевенной промышленности для противодействия поставкам контрафактной продукции, созданной на основе существующего оригинала с нарушением интеллектуальных прав [6,7].

На промышленных предприятиях технологии RFID внедряются в системы управления технологическими процессами; системы контроля и оптимизации цепочки поставок агрегатов и компонентов на сборочный конвейер; системы автоматизации складского учета, системы идентификации готовых изделий и полуфабрикатов [8,9].

Характеристики оборудования для наиболее распространенных RFID-систем, работающих в полосе частот UHF, представлены в таблице 3.

На основе анализа технических характеристик различных RFID-систем формулируется методика выбора конкретного решения (программного и аппаратного обеспечения).

Методика выбора RFID технологии

Выбор системы радиочастотной идентификации является сложной задачей. Некоторые системные интеграторы пытаются продать клиентам решение, с которым они наиболее знакомы, даже если оно не является наиболее подходящим для этой работы. Сформулируем методику выбора системы радиочастотной идентификации в соответствии с требуемой областью применения на основе анализа преимуществ и недостатков RFID-решений для различных областей применения.

Таблица 2 – Характеристики наиболее распространенных RFID-систем

Частота (частотный диапазон)	Обозначение	Стандарты	Особенности работы	Область применения
125 кГц	LF RFID (Low Frequency)	Нет определенных стандартов	Несколько схем модуляции радиосигнала и кодирования передаваемых данных	Промышленность, логистика, системы контроля доступа, идентификация животных
13,56 МГц (Европа 865-868 МГц, США 903-928 МГц)	HF (High Frequency)	Впервые введены общемировые стандарты ISO 14443 (proximity карты) и ISO 15693 (vicinity карты)	Все радиометки и считыватели этого стандарта поддерживают антиколлизия (т.е. способность читать много меток в поле зрения)	Логистика, системы контроля доступа
903-928 МГц	UHF (Ultra High Frequency)	EPC ISO 18000-6	Есть ограничения на использование радиочастотного спектра	Логистика, торговля, промышленность, транспорт
2,4-2,483 ГГц	Микроволновый RFID	нет	Закрытое, решение производителя, не совместимое ни с чем другим	Промышленность, идентификация транспорта

Существуют различные типы RFID-технологий: пассивная низкочас-

тотная (НЧ); высокочастотная (ВЧ); сверхвысокочастотная (СВЧ) 433 МГц, 900 МГц и 2,4 ГГц; сверхширокополосная (СШП); ZigBee; Wi-Fi; гибридные технологии, сочетающие использование ридеров RFID, инфракрасных и GPS-датчиков. Решение о выборе принимается на основе анализа технических характеристик, требований стандартов, сильных и слабых стороны наиболее часто используемых приложений для каждого типа RFID-технологии, и анализа затрат на внедрение этой технологии. Наиболее подходящая система должна быть выбрана таким образом, чтобы обеспечить наиболее низкий уровень затрат. Путем опроса сотрудников компании, для которых предназначена система, определяются требования к системе, а затем выявляется соответствие этим требованиям характеристик надлежащей системы RFID.

Методика не может окончательно определить правильное решение RFID для конкретных потребностей компании или предприятия, но она поможет лицам, принимающим решение о выборе, сузить варианты. Цель методики состоит в том, чтобы сократить время на проведение исследования соответствующей системы, а также предоставить информацию, необходимую для выбора системного интегратора, аппаратного и программного обеспечения (хороший системный интегратор поможет с процессом технологии отбора).

Таблица 3 – Характеристики RFID-системы UHF

Максимальное расстояние считывания	От 10 см до 4 м
Скорость передачи данных радиометка-считыватель	До 128 и более кбит/сек
Наличие антиколлизии	Есть, до 150 меток/сек
Объем памяти радиометки	64-1024 бит (ISO), 64 или 96 бит (EPC)
Существующие типы радиометок	Корпусные метки для металлических предметов, смарт-этикетки
Существующие типы считывателей	Стационарные «моноблок», стационарные с выносной антенной, ручные считыватели, модули
Сфера использования	Логистика, промышленность, торговля
Рекомендации по выбору меток и оборудования	Требуется убедиться, что считыватель и радиометка используют один и тот же стандарт. Для EPC важна поддержка данного типа меток: EPC Class 0, 0+, 1, G2

1) Определение назначения развертываемой RFID-системы: в качестве

точечного решения, чтобы решить одну проблему, или как инфраструктурный подход для решения многих проблем.

2) Определение объектов/людей для отслеживания.

3) Определение дальности регистрации объектов/людей (то есть, на каком расстоянии необходимо определить каждый объект или лицо и отслеживать).

4) Выбор точности определения местоположения для каждого элемента отслеживается, а определения местоположения объектов окружающей среды в требуемом радиусе.

5) Создание таблицы, в которой можно поместить каждый элемент списка объектов/людей.

6) Анализ других факторов, которые могут повлиять на выбор наиболее подходящей системы:

- Насколько велик актив?
- Насколько важным является знание местоположения актива?
- Какие другие радиочастотные устройства находятся в эксплуатации у предприятия, на котором будет внедряться RFID?
- Нужно ли вам следить за состоянием объекта/человека?
- Сколько времени выделено на восстановление работы системы после срыва существующей оперативной деятельности (аварийной ситуации)?
- Должна ли система быть пожаробезопасна?
- Должны ли выполняться требования к электромагнитной совместимости оборудования RFID-системы и оборудования системы, в которую она интегрируется?
- Насколько важна информационная безопасность данных?
- Какова общая стоимость владения?

7) Определение приоритетности задачи отслеживания или задачи управления объектами или группами объектов для списка объектов в формируемой таблице.

8) Анализ потребности в услугах хорошего системного интегратора.

9) Пилотная система.

10) Возможность наращивания системы.

После анализа цели и задач проектируемой RFID-системы определяется частотный диапазон, в котором она будет работать.

Организационно-технические мероприятия по снижению затрат на внедрение и эксплуатацию технологий радиочастотной идентификации

Широко распространены следующие методы для снижения затрат на внедрение и эксплуатацию RFID-систем:

- интеграция RFID-меток непосредственно в упаковку в процессе ее производства;
- устранение ошибок, связанных с человеческим фактором, с помощью автоматического контроля перемещения отслеживаемых (маркированных) объектов;
- отслеживание в режиме реального времени местонахождения марки-

рованных объектов и получение истории их перемещений для защиты от краж.

Для дальнейшего снижения затрат необходимы:

- инициативы со стороны государства, направленные на поощрение маркировки продукции;
- разработка алгоритмов управления технологическими процессами на предприятии с помощью RFID-технологий, позволяющих уменьшить время технологического процесса, снизить себестоимость продукции за счет более быстрого перемещения этой продукции в технологической цепи;
- разработка алгоритмов, позволяющих уменьшить время на обработку информации о маркированном объекте и время на принятие решения о дальнейшем использовании маркированного объекта;
- увеличение скорости оборота товарных запасов в торговле и сокращение издержек и потерь разного рода (утилизация продукции в соответствии со сроком хранения, транспортные издержки) при отслеживании по радиометкам продукции на складах;
- интеграция радиочастотных систем с информационными системами предприятий и компаний и создание единой информационной среды;
- использование технологий виртуализации вычислительных ресурсов в единой информационной среде для сокращения расходов на содержание IT-инфраструктуры [10...15].

Выводы

Анализ проблем внедрения технологий радиочастотной идентификации свидетельствует о том, что необходимо разработать организационно-технические мероприятия по снижению затрат на внедрение и эксплуатацию бесконтактных технологий, основанные на стратегии развития информационных систем, включающих в себя подсистемы радиочастотной идентификации, в направлении создания единой информационной среды. Использование технологий виртуализации вычислительных ресурсов позволит сократить расходы на содержание IT-инфраструктуры единой информационной среды.

Предложенные организационно-технические мероприятия позволяют снизить время технологического процесса, который управляется с помощью RFID-систем, время на поддержку принятия решения с учетом данных, полученных с помощью контроля отслеживаемых объектов; а также увеличить скорость оборота товарных запасов.

Проведенный анализ оценки экономической целесообразности внедрения ИКТ и, в частности, технологий радиочастотной идентификации, показывает, что прибыль предприятий и банковских структур формируется не только за счет продаж различных услуг (продукции) и получения прибыли от этих продаж, но и за счет обработки и дальнейшей транзакции информационных потоков.

Литература

1. Проникновение RFID-технологий в России и мире. [Электронный ресурс]. URL: режим доступа http://json.tv/ict_telecom_analytics_view/proniknovenie-rfid-tehnologii-v-rossii-i-mire-20150513045249 (Дата обращения 28.11.2016).

2. Евдокимова, С. С. Инновационные технологии как фактор банковской конкурентоспособности / С. С. Евдокимова, С. А. Толстопяты // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 12-5. – С. 1012-1016.
3. Kamran, A. RFID Applications: An Introductory and Exploratory Study//International Journal of Computer Science Issues. – Vol. 7. – Issue 1. – No. 3. –January 2010. – pp.2-4.
4. Шурыгина, В. Рынок RFID-устройств в 2010 году. Высокие темпы роста / В. Шурыгина // Электроника: Наука, технология, бизнес. – 2010. – № 7. – С. 48-51.
5. Назипов, Д. А. ИТ позволяют банкам наращивать прибыль / Д. А. Назипов // Банковское дело. – 2007.
6. Граванова, И. RFID в торговле: возможности и угрозы. [Электронный ресурс]. URL: <http://internet.cnews.ru/reviews/free/trade2006/articles/rfidtrade/> (Дата обращения 29.04.2016).
7. Григорьева, А. Какое будущее ждет RFID технологию в России? [Электронный ресурс]. URL: <http://www.idexpert.ru/reviews/9785/> (Дата обращения 29.04.2016).
8. Wolfram, G. Gampi, B. Gabriel, P. The RFID Roadmap: The Next Steps for Europe//Springer Science & Business Media. – August 2008. – pp 112-118.
9. Шляхтин, С. А. Анализ работы универсальных модулей ввода/вывода для автоматизации систем учета и контроля промышленных объектов / С. А. Шляхтин, Т. С. Аббасова // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2010. – № 3, т. 6. – С. 3 – 9.
10. Аббасова, Т. С. Информационное и программное обеспечение для тестирования производительности сетевых узлов территориально-распределенных центров обработки данных / Т. С. Аббасова // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2010. – № 3, т. 6. – С. 10 – 13.
11. Аббасова, Т. С. Повышение эффективности эксплуатации высокоскоростной кабельной системы с помощью виртуальных технологий / Т. С. Аббасова // Информационные технологии. – 2010. – № 12/172. – С. 28 – 31.
12. Аббасова, Т. С. Виртуализация вычислительных мощностей в центрах обработки данных / Т. С. Аббасова, В. М. Артюшенко // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2009. – Т. 5. – № 4. – С. 8-12.
13. Аббасова, Т. С. Обеспечение помехозащищенности беспроводных устройств телекоммуникационных систем / Т. С. Аббасова // Инфокоммуникационные технологии – 2015. – № 1. – С. 88 – 92.
14. Аббасова, Т. С. Политика контроля электромагнитной совместимости телекоммуникаций в контексте системного анализа / Т. С. Аббасова, В. Н. Зиновьев, Ю. В. Стреналюк, К. Л. Самаров // Двойные технологии. – № 2 (75). – 2016. – С. 46 – 48.
15. Аббасова, Т. С. Оптимизация конструкции беспроводных устройств связи из композитных материалов / Т. С. Аббасова, А. П. Мороз, Н. А. Васильев, Ю. В. Стреналюк // Двойные технологии №2 (75). – 2016. – С. 49 – 51.
16. Artyushenko, V. M. Increasing Noise Immunity of Electric Communication Channels in High-speed Telecommunication Systems / V. M. Artyushenko, T. S. Abbasova // Biosci., Biotech. Res. Asia. – 2014. – Vol. 11– P. 277-279.

УДК 621.396.984.2

Вероятностные характеристики процесса поиска маневрирующего объекта

В.М. Артюшенко, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Информационные технологии и управляющие системы»,

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московской области «Технологический университет», г. Королев, Московская область,

В.И. Воловач, доктор технических наук, доцент заведующий кафедрой «Информационный и электронный сервис», Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

Поволжский государственный университет сервиса, г. Тольятти

Рассмотрены и проанализированы вопросы, связанные с вероятностными характеристиками процесса поиска и обнаружения протяженного объекта, как в непрерывном, так и дискретном времени наблюдения. Осуществлен анализ распределения кинематических характеристик объекта поиска, представлены аналитические выражения для определения их вероятностных характеристик.

Протяженный объект, процесс поиска и обнаружения, вероятностные характеристики, кинематические характеристики.

The probability characteristics of the object of the search process manoeuvring

V.M. Artyushenko, doctor of Technical Sciences, Professor, State Educational Institution of Higher Education Moscow Region «University of technology», Korolev, Moscow region,

V.I. Volovach, doctor of technical Sciences, associate Professor, head of the Department «Information and electronic service», State budgetary educational institution of higher education Volga region state University of service, Tolyatti

Reviewed and analyzed issues related to the probabilistic characteristics of the process of search and discovery of an extended object, both continuous and discrete time observations. The analysis of the distribution of the kinematic characteristics of the object of search, presented analytical expressions to determine their verrealnosti characteristics.

Extended object search process and the detection probability characteristics, kinematic characteristics.

Введение

Как известно, под поиском понимается процесс целенаправленного обследования определенной области пространства для обнаружения находящегося там объекта. Под обнаружением понимается получение информации о месте объекта путем установления с ним прямого энергетического контакта. Обнаружение может осуществляться с помощью различных средств – радиолокационных, акустических, оптических и других [9, 11, 12].

Поиск следует рассматривать как случайный процесс, ход которого зависит от ряда случайных факторов, поэтому исход поиска для каждого отдельного случая предсказать невозможно. Однако можно сделать обоснованное предположение о среднеожидаемом результате поиска. Для количественного описания процесса поиска используется аппарат теории вероятностей. Сам поиск представляется как случайный процесс марковского типа, или просто марковский процесс, в котором будущее состояние системы определяется ее настоящим состоянием и не зависит от ее состояния в прошлом [1].

При рассмотрении марковских случайных процессов с непрерывным временем и дискретными состояниями используется понятие «поток событий», представляющий собой последовательность однородных событий, следующих одно за другим в случайные моменты времени. Применительно к процессу поиска поток событий – это последовательность обнаружений объекта поиска наблюдателями. В теории поиска такой поток называют потоком обнаружений.

Принято считать, что поток обнаружений обладает такими свойствами как: отсутствием последействия, ординарностью и стационарностью. Отсутствие последействия – это когда число обнаружений, попадающих на данный отрезок времени, не зависит от того, сколько обнаружений приходится на другие, не пересекающиеся с ним отрезки. Ординарность – когда вероятность попадания двух обнаружений на элементарный отрезок времени пренебрежимо мала по сравнению с вероятностью попадания одного обнаружения. Стационарность – это когда вероятность попадания того или иного обнаружения на отрезок времени зависит только от его величины и не зависит от места расположения отрезка на временной оси.

Поток событий, обладающий всеми этими свойствами, называется стационарным пуассоновским, характеризующимся распределением Пуассона, или простейшим потоком [10].

Заметим, что поток событий, обладающий первыми двумя свойствами, но не являющийся стационарным, называется нестационарным пуассоновским потоком.

В теории поиска вероятность хотя бы одного обнаружения объекта за время поиска принято называть вероятностью обнаружения $P_{об}$, которая для стационарного и нестационарного пуассоновского потока определяется, соответственно, исходя из выражений:

$$P_{об} = 1 - e^{-Q} = 1 - e^{-\gamma t_n}, \quad (1)$$

$$P_{об} = P_{об}(t) = 1 - e^{-Q(t)} = 1 - \exp\left\{-\int_{t_0}^{t_0+t_n} \gamma(t) dt\right\}, \quad (2)$$

где Q – поисковый потенциал (потенциал обнаружения); γ – интенсив-

ность потока обнаружений (или интенсивность поиска), то есть среднее число обнаружений в единицу времени; t_n – время поиска; t_0 – начало отсчета времени поиска.

Если интенсивность потока обнаружений с течением времени остается постоянной $\gamma = \text{const}$ (стационарный пуассоновский поток), то поисковый потенциал равен

$$Q = \gamma t_n. \quad (3)$$

Если интенсивность потока обнаружений с течением времени изменяется (нестационарный пуассоновский поток), то есть является переменной величиной, зависящей от времени $\gamma = \gamma(t)$, то

$$Q = Q(t) = \int_{t_0}^{t_0+t_n} \gamma(t) dt.$$

В зависимости от конструктивных особенностей средств наблюдения и способов их использования, обследование пространства в процессе проведения поиска может быть непрерывным или дискретным во времени. Если наблюдение ведется с помощью средств ненаправленного действия, то его следует отнести к числу непрерывных. В тоже время, если средства направленного действия, например радиолокаторы, используются для обследования пространства в пределах некоторого угла, значительно превышающего ширину диаграммы направленности этих средств, то обследование следует рассматривать как дискретное. При этом промежутки времени, через которые производятся мгновенные акты наблюдения, зависят от величины обследуемого угла и угловой скорости обследования.

Заметим, что иногда эти промежутки могут быть настолько малы, что обследование можно считать непрерывным.

При поиске важным критерием для оценки эффективности средств наблюдения, в случае дискретного обследования, является элементарная вероятность g обнаружения объекта поиска на данной дальности посредством одного мгновенного наблюдения. Если принять, что мгновенные наблюдения производятся при неизменных физических условиях и обнаружение объекта в каждом из них представляет собой независимое событие, вероятностью $P_{об}(n)$ обнаружения объекта хотя бы один раз при n мгновенных наблюдениях можно найти в соответствии с теоремой о повторении независимых опытов по формуле [1]

$$P_{об}(n) = 1 - (1 - g)^n. \quad (4)$$

Из (4) видно, что если физические условия, в которых производится поиск, обеспечивают некоторую вероятность g обнаружения при одном мгновенном наблюдении, то, как бы она мала ни была, вероятность $P_{об}(n)$ может быть сколь угодно близка к единице при достаточно большом значении n . Следовательно, событие, заключающееся в обнаружении объекта, почти наверняка наступит.

Для того чтобы найти среднее значение (математическое ожидание) числа $M(n)$ мгновенных наблюдений, необходимых для обнаружения объекта, надо сначала найти вероятность $P_{об}(n)$ того, что обнаружение произойдет именно при n -м мгновенном наблюдении, а не раньше. Эта вероятность будет равна произведению вероятности того, что обнаружение не состоится при

первых $n-1$ мгновенных наблюдениях, на вероятность того, что обнаружение будет иметь место именно при n -М мгновенном наблюдении, то есть

$$P_{об}(n) = 1 - (1 - g)^{n-1}g.$$

Из теории вероятности известно, что математическое ожидание числа мгновенных наблюдений $M(n)$ может быть найдено, если суммировать произведения

$$nP_{об}(n), \text{ а именно:}$$

$$M[n] = \sum_{k=1}^{\infty} kP_{об}, (n = k).$$

Представим данную сумму в виде:

$$M[n] = \sum_{k=1}^{\infty} k(1 - g)^{k-1}g. \quad (5)$$

Так как количество мгновенных наблюдений n , необходимых для обнаружения объекта, в данном случае выступает как случайная величина, то необходимо знать ее дисперсию $D(n)$.

Дисперсия количества мгновенных наблюдений и среднее квадратическое отклонение могут быть найдены, соответственно, исходя из выражений:

$$D(n) = M(n^2) - [M(n)]^2 = \frac{(1-g)}{g^2},$$

$$\sigma(n) = \sqrt{D(n)} = \frac{\sqrt{1-g}}{g}.$$

Если в процессе проведения поиска осуществляется непрерывное обследование, одним из важнейших критериев для оценки эффективности средств наблюдения по обнаружению объектов является элементарная вероятность γdt обнаружения в течение времени dt . При этом величина γ является элементарной плотностью вероятности числа обнаружений, то есть интенсивностью потока обнаружений (интенсивность поиска) [1].

Если обследование производится непрерывно в течение времени t при неизменных физических условиях, то вероятность $P_{об}(t)$ обнаружения объекта за время t_n в соответствии с (2) и (3) будет определяться по формуле [1]

$$P_{об}(t) = 1 - e^{-\gamma t_n}, \gamma = \text{const}. \quad (6)$$

На рисунке 1 представлены графики вероятности обнаружения объекта поиска при непрерывном обследовании пространства (6), при $\gamma = \text{const}$.

Анализ (6) показывает, что если имеется хотя бы малейшая вероятность обнаружения объекта поиска в течение времени dt (т.е. если $\gamma > 0$), то вероятность обнаружения объекта может достигнуть при безграничном увеличении времени обследования значения, сколь угодно близкого к единице.

Чтобы вычислить среднее значение (математическое ожидание) времени $\bar{t}_{об}$, требующегося для обнаружения объекта, необходимо найти выражение для плотности распределения времени как непрерывной случайной величины.

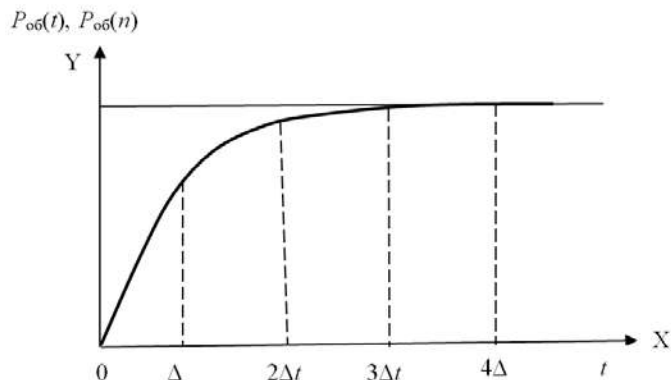


Рисунок 1 – Вероятность обнаружения объекта поиска при непрерывным и дискретным обследовании пространства

Так как уравнение (6) представляет собой функцию распределения случайного времени обнаружения объекта, то выражение для плотности распределения времени найдем, продифференцировав его по времени t

$$f(t) = \frac{dP_{об}(t)}{dt} = \gamma e^{-\gamma t}$$

Используя общую формулу для математического ожидания и интегрируя по частям, найдем среднее значение времени

$$\bar{t}_{об} = \int_0^{\infty} t_{п} f(t) dt = \frac{1}{\gamma}. \quad (7)$$

Дисперсия времени обнаружения будет определяться как

$$D(t_{об}) = M(t_{об}^2) - [M(t_{об})]^2 = \int_0^{\infty} t_{п}^2 \gamma e^{-\gamma t} dt - \left(\frac{1}{\gamma}\right)^2 = \frac{1}{\gamma^2}.$$

Среднеквадратическое отклонение времени обнаружения

$$\sigma(t_{об}) = \sqrt{\frac{1}{\gamma^2}} = \frac{1}{\gamma} = \bar{t}_{об}.$$

Заметим, что формулу (4) можно привести к виду (6) и вероятность обнаружения объекта поиска рассчитывать по единой формуле (2):

$$P_{об} = 1 - e^{-Q(t)}$$

Потенциал обнаружения в этом случае характеризует накопление вероятности обнаружения с течением времени.

В зависимости от способа обследования он может быть равен:

- при дискретном обследовании

$$Q(t_{п}) = -n \ln(1 - g),$$

- при непрерывном обследовании

$$Q(t_{п}) = \gamma t.$$

Следовательно, рисунок 1 может служить для графического изображения функции (4) и определения вероятности $P_{об}(n)$ обнаружения объекта за конечное количество мгновенных наблюдений n при дискретном обследовании. Но в этом случае будут использоваться только дискретные точки кривой для моментов времени $\Delta t, 2\Delta t, \dots, n\Delta t$, где Δt – время обследования, всегда

известно на практике.

Из выражений (5) и (7) видно, что элементарная вероятность g при дискретном обследовании и мгновенная плотность вероятности γ при непрерывном обследовании связаны между собой простейшими зависимостями. А, именно, со средним количеством мгновенных наблюдений $M(n)$ и средним временем обследования $\bar{t}_{об}$, необходимым для обнаружения того или иного объекта при данных физических условиях. Следовательно, данные формулы могут служить основой при разработке методик по проведению испытаний новых образцов средств наблюдения и определению численных значений g и γ как новых, так и существующих средств [10]. В свою очередь, наличие численных значений g и γ позволяет производить сравнительную количественную оценку эффективности средств наблюдения по обнаружению различных объектов.

Необходимо отметить, что вероятности g и γdt , рассмотренные выше, справедливы лишь для оценки эффективности средств наблюдения, если расстояние r между наблюдателем и объектом в процессе проведения поиска остается неизменным. Другими словами, когда наблюдатель и объект неподвижны или когда вектор скорости наблюдателя V_n равен вектору скорости объекта V_o .

На практике, как правило, расстояние r между наблюдателем и объектом не является постоянной величиной, и элементарные вероятности обнаружения изменяются во времени.

Обозначим меняющиеся значения элементарных вероятностей через g_i и $\gamma_t dt$, где g_i – элементарная вероятность обнаружения объекта поиска для i -го мгновенного наблюдения, а γ_t – плотность вероятности обнаружения объекта, меняющаяся со временем.

В этом случае формулы для расчета вероятности обнаружения будут иметь вид:

$$\begin{aligned}
 & \text{– при дискретном обследовании} \\
 P_{об} &= 1 - (1 - g_1)(1 - g_2)(1 - g_3) \dots (1 - g_i) \dots (1 - g_n) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - g_i), \quad (8) \\
 & \text{– при непрерывном обследовании} \\
 P_{об} &= 1 - e^{-\int_0^t \gamma_t dt}. \quad (9)
 \end{aligned}$$

Заметим, что аналитические выражения для расчета элементарных вероятностей обнаружения могут быть найдены, если известен закон распределения дальности действия средств наблюдения $f(L)$ [6-8].

Если предположить, что опыты по определению $f(L)$ проводятся в условиях постоянства факторов, определяющих закономерности изменения дальности действия (основные факторы), то элементарную вероятность обнаружения g_i и плотность вероятности обнаружения γ_t можно считать зависящими только от расстояния r между наблюдателем и объектом поиска, то есть

$$g_i = g_i(r); \gamma_t = \gamma_t(r) \quad (10)$$

Распределение дальностей действия средств обнаружения при поиске

Случайный характер процесса поиска в значительной мере объясняет-

ся тем, что основная характеристика средств обнаружения – дальность обнаружения – подвержена влиянию многочисленных факторов [3-5].

1. Факторы, определяемые характером объекта поиска. Например, тип объекта, его шумовой эффект, отражательная способность, скорость и т.д. Для учета их влияния на дальность обнаружения объекта приходится основываться на экспериментальных данных.

2. Условия, определяемые реальной средой, в которой происходит обнаружение, в первую очередь - метеорологические.

3. Тактико-технические параметры средства обнаружения, режимы работы, уровень помех и т.д.

В реальных условиях все эти факторы подвержены непрерывным и случайным изменениям, поэтому и сама дальность обнаружения является случайной величиной, принимающей при неизменных условиях наблюдения различные значения. Несмотря на это теоретические и экспериментальные исследования средств и условий наблюдения позволяют указать вероятность того, что в данных условиях объект поиска может быть обнаружен на дальностях, не меньших некоего заданного значения. Графическая зависимость вероятности обнаружения от дальности представлена на рисунке 2.

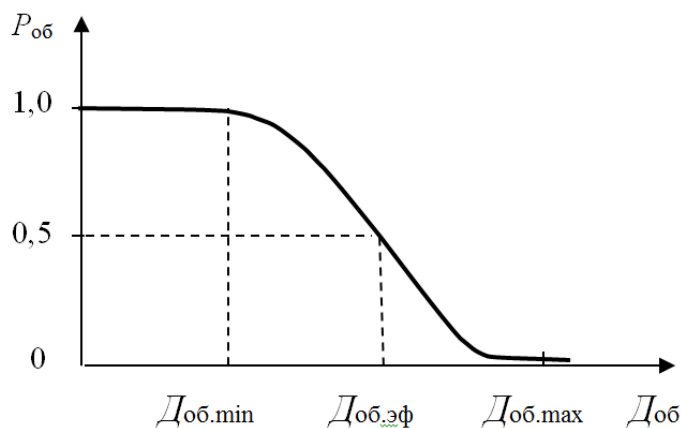


Рисунок 2 – Интегральный закон распределения дальностей обнаружения

Анализ закона распределения дальности обнаружения позволяет сделать следующие выводы.

1. Дальность обнаружения практически никогда не превышает некоторого максимального значения $D_{об.max}$, соответствующего наиболее благоприятному сочетанию физических условий наблюдения. Обнаружение объекта на дальностях превышающих максимальную, имеет ничтожно малую вероятность.

2. Для всех расстояний, меньших некоторой величины $D_{об.min}$, называемой минимальной дальностью обнаружения, значения вероятности обнаружения

ружения близки к единице. Зона, ограниченная расстоянием $D_{об.мин}$ от наблюдателя, называется зоной достоверного обнаружения.

Заметим, что область ограниченную максимальной дальностью обнаружения, принято называть зоной вероятного обнаружения. Как правило, она представляет собой круг или сектор, причем в пределах этой зоны обнаружение объекта может произойти, а может и не произойти.

Закон распределения дальности обнаружения наиболее полно характеризует средства и условия обнаружения. Однако пользоваться им в расчетах поиска из-за сложности вычислений не всегда бывает удобно. Поэтому часто вводят так называемое понятие средней (эффективной) дальности обнаружения $D_{об.эф}$: математическое ожидание дальности обнаружения при данных условиях наблюдения.

Как правило, закон распределения дальности действия и его числовые характеристики находят с помощью проведения испытаний, используя методы математической статистики.

Зная закон распределения дальности действия прибора $f(D)$ и его числовые характеристики, можно определить вероятность $P_{об.r}$ обнаружения объекта на дальности, не менее заданной дальности r . Проинтегрировав функцию $f(D)$ в пределах от r до $+\infty$ запишем

$$P_{об.r} = \int_r^{\infty} f(D)dD.$$

Распределение кинематических характеристик объекта поиска

Как известно, понятие «поиск» подразумевает, что кинематические характеристики объектов поиска, их местоположение и элементы движения в каждый момент времени, в общем случае неизвестны. В связи с этим, величины характеризующие положение и движение объекта поиска относительно наблюдателя, рассматриваются, в общем случае, как случайные и независимые друг от друга. При этом каждая из указанных величин характеризуется своим распределением.

Положение объектов поиска относительно наблюдателя и их скорости могут быть охарактеризованы плотностью вероятности данных кинематических характеристик. Так, если в качестве кинематических характеристик объекта поиска заданы такие величины, как V_0 – скорость объекта поиска, ξ – угол разности курсов наблюдателя и объекта, r – расстояние наблюдатель – объект, q_n – курсовой угол наблюдателя на объект (угол между курсом наблюдателя и направлением от него на объект), то вероятность того, что объект будет иметь скорость, заключенную между V_0 и V_0+dV_0 , угол разности курсов между ξ и $\xi+d\xi$, расстояние наблюдатель – объект между r и $r+dr$ и курсовой угол между q_n и q_n+dq_n , можно представить в виде:

$$P(V_0, \xi, r, q_n)dV_0d\xi drdq_n. \quad (11)$$

Если надо определить вероятность кинематических характеристик в некотором диапазоне, то выражение (11) следует проинтегрировать по всем переменным в заданных пределах.

Как правило, поиск организуют, чтобы обнаружить объекты определенного класса, скорость которых V_0 лежит в определенных пределах, вследствие чего ее считают известной. При этом на практике наиболее часто встре-

чаются равномерное и нормальное распределение вероятных мест объекта поиска.

Равномерное распределение вероятных мест объекта поиска

Довольно часто бывают ситуации, когда достоверно известна площадь действия объекта поиска S_p , при этом место и направление его движения неизвестны. Кроме того, ни одному возможному его курсу или местоположению предпочтение отдать не возможно. В этом случае, наиболее целесообразно принять гипотезу о равномерном распределении местоположения объекта в районе площади S_p и равномерном распределении его движения в пределах от 0 до 2π .

В данном случае аналитическое выражение для плотности вероятности можно найти исходя из следующего.

1. Так как движение возможно в любом направлении, то вероятность того, что разность курсов ξ будет находиться в пределах от ξ до $\xi+d\xi$, равна $d\xi/2\pi$.

2. Так как нахождение объекта возможно в любой точке площади S_p , то вероятность того, что он находится в элементарной площади $rdrdq_n$, будет равна $rdrdq_n/S_p$.

3. События «разности курсов» ξ находится в пределах от ξ до $\xi+d\xi$ и «объект находится в пределах элементарной площади $rdrdq_n$ » считаются независимыми.

Исходя из этого, на основании теоремы об умножении вероятностей, вероятность того, что разность курсов ξ находится в пределах от ξ до $\xi+d\xi$ и что объект находится на элементарной площади $rdrdq_n$, равна

$$P(\xi, r, q_n)d\xi drdq_n = rdrdq_n d\xi/S_p.$$

Следовательно, при принятой гипотезе о движении объекта поиска и его местоположении относительно наблюдателя, выражение для средней относительной плотности вероятности $P(\xi, r, q_n)$ запишется:

$$P(\xi, r, q_n) = r/2\pi S_p.$$

Если скорость движения объекта известна, то можно определить вероятность того, что разность курсов заключена между ξ_1 и ξ_2 , расстояние – между r_1 и r_2 и курсовой угол – между q_{n1} и q_{n2} , при условии, что $\xi_1 < \xi_2$, $r_1 < r_2$, $q_{n1} < q_{n2}$:

$$P(\xi_1 \leq \xi < \xi_2; r_1 \leq r < r_2; q_{n1} \leq q_n < q_{n2}) = \frac{1}{2\pi S_p} \int_{\xi_1}^{\xi_2} \int_{r_1}^{r_2} \int_{q_{n1}}^{q_{n2}} r dr dq_n d\xi.$$

Нормальное распределение вероятных мест объекта поиска

Такое распределение соответствует случаю, когда поисковые действия организуются на основе данных о местоположении объекта на определенный момент времени, после которого поступление данных по тем или иным причинам прекратилось. Рассмотрим и проанализируем данную задачу более подробно.

Пусть в определенный момент времени обнаружен некий объект (см. рисунок 3).

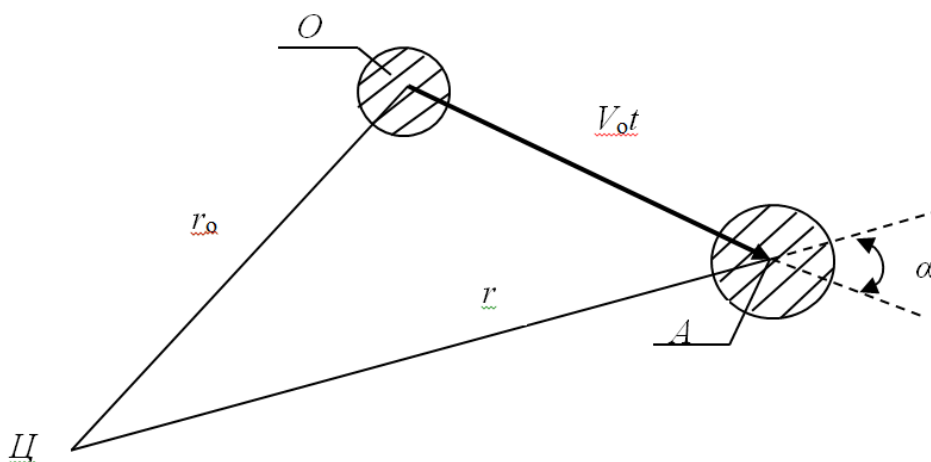


Рисунок 3 – К обоснованию распределения вероятностных мест объекта поиска после его обнаружения

Место объекта было получено с некоторой ошибкой (погрешностью). Центр распределения вероятных мест объекта будет находиться в точке Ц. Одно из возможных случайных положений объекта в момент обнаружения – точка O, находящаяся от центра распределения на расстоянии r_0 . Сразу после обнаружения объекта поиска контакт с ним был потерян. Требуется организовать поисковые действия для его повторного обнаружения, используя для этого данные о месте его первоначального обнаружения.

В этой связи необходимо найти закон изменения плотности вероятности нахождения объекта в различных точках окрестности его первоначального обнаружения.

Предполагается, что объект уходит из места первоначального обнаружения с постоянной скоростью V_0 . При этом курсы его равномерно распределены от 0 до 360° (2π).

С приемлемой для практических задач точностью можно считать, что ошибки в определении места первоначального обнаружения объекта поиска подчиняются нормальному круговому закону на плоскости, плотность распределения которого выражается как

$$f(r_0) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp\left\{-\frac{r_0^2}{2\sigma^2}\right\}, \quad (12)$$

где σ – среднеквадратическая ошибка места объекта, зависящая от точности знания места наблюдателем и точности определения координат объекта относительно наблюдателя.

Через промежуток времени t после момента первоначального обнаружения объект поиска удалится от места обнаружения на расстояние $V_0 t$. Предположим, что он окажется в случайной точке A на расстоянии r от центра распределения.

Рассмотрим вначале случай, когда курс объекта поиска составляет с направлением от центра распределения на новое место объекта угол в пределах между α и $\alpha+d\alpha$. При этом объект через время t будет находиться в пределах некоторой площади dA .

Плотность вероятности события «объект находится в площади dA » является произведением плотностей вероятностей двух независимых событий:

- объект поиска имеет данный курс, составляющий с направлением ЦА угол между α и $\alpha+d\alpha$. Плотность вероятности этого события по условию задачи равна $da/2\pi$;

- объект в момент первоначального обнаружения находился в точке O на расстоянии от точки A , равном $V_0 t$, в направлении, обратном курсу объекта. Плотность вероятности этого события соответствует выражению (12).

Подставив вместо r_0 его значение (рисунок 3),

$$r_0^2 = r^2 + V_0^2 t^2 - 2rV_0 t \cos\alpha,$$

получим

$$f(r_0) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp\left\{-\frac{r^2 + V_0^2 t^2 - 2rV_0 t \cos\alpha}{2\sigma^2}\right\}.$$

Следовательно, плотность вероятности события «объект находится в площади dA » равна

$$\frac{d\alpha}{2\pi} \times \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp\left\{-\frac{r^2 + V_0^2 t^2 - 2rV_0 t \cos\alpha}{2\sigma^2}\right\}. \quad (13)$$

Для получения искомого закона распределения плотности вероятности то, что объект поиска через время t будет находиться на расстоянии r от центра распределения $f(r, t)$, проинтегрируем полученное произведение (13) по всем возможным значениям угла α от 0 до 2π :

$$f(r, t) = \int_0^{2\pi} \frac{1}{2\pi} \times \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp\left\{-\frac{r^2 + V_0^2 t^2 - 2rV_0 t \cos\alpha}{2\sigma^2}\right\} d\alpha = \\ = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp\left\{-\frac{r^2 + V_0^2 t^2}{2\sigma^2}\right\} \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \exp\left\{\frac{rV_0 t \cos\alpha}{\sigma^2}\right\} d\alpha. \quad (14)$$

Поскольку интеграл в (13) через элементарные функции не выражается, выразим его через функцию Бесселя 1-го рода, значения которой может быть получено из таблиц [6].

Придавая показателю степени \exp знак минус, чтобы не изменить значения результата, одновременно умножим его на $i^2 = -1$:

$$\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \exp\left\{-\frac{i^2 rV_0 t \cos\alpha}{\sigma^2}\right\} d\alpha = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \exp\left\{-\frac{irV_0 t \cos\alpha}{\sigma^2}\right\} d\alpha = I_0\left(\frac{rV_0 t}{\sigma^2}\right). \quad (15)$$

После подстановки (15) в (14) получим

$$f(r, t) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp\left\{-\frac{r^2 + V_0^2 t^2}{2\sigma^2}\right\} I_0\left(\frac{rV_0 t}{\sigma^2}\right), \quad (16)$$

где I_0 – функция Бесселя 1-го рода нулевого порядка от мнимого аргумента.

Вид кривой, построенной в соответствии с (16) представлен на рисунке 4.

Здесь по оси абсцисс отложена величина r , выраженная для наглядности и удобства расчета в долях среднеквадратического отклонения σ .

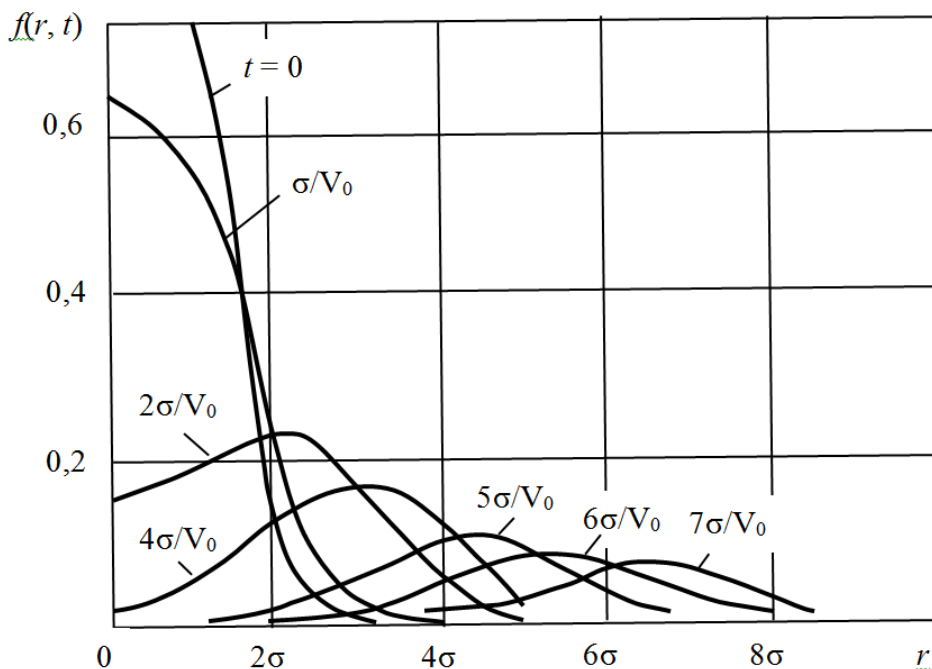


Рисунок 4 – Плотность вероятности распределения мест объекта поиска после его обнаружения

Кривые плотности распределения вероятности даны для фиксированных промежутков времени t_k после первоначального обнаружения объекта. Эти промежутки определяются из отношения $t_k = k\sigma/V_0$, где k – любое положительное число.

Кривые на рисунке 4 отображают дифференциальный закон распределения вероятных мест объекта поиска после первичного его обнаружения.

Таким образом, можно сказать, что выражение (16) описывает неравномерное распределение вероятных мест объекта поиска, для случая, когда курсы объекта равновероятны в пределах от 0 до 360° (2π), а его скорость точно известна и в процессе не меняется.

Равномерное распределение вероятных мест объекта поиска в заданном секторе

На практике, часто бывают случаи когда курсы объекта поиска не равновероятны в пределах от 0 до 360° (2π), а распределены равномерно в секторе ($K_2 - K_1$). В этом случае выражение для плотности распределения вероятных мест объекта поиска будет иметь следующий вид:

$$\begin{aligned}
 f(r, t) &= \frac{1}{2(K_2 - K_1)} \exp\left\{-\frac{r^2 + V_0^2 t^2}{2\sigma^2}\right\} \frac{1}{\pi} \int_{K_1}^{K_2} \exp\left\{-\frac{i^2 r V_0 t \cos\alpha}{\sigma^2}\right\} d\alpha = \\
 &= \frac{1}{2(K_2 - K_1)} \exp\left\{-\frac{r^2 + V_0^2 t^2}{2\sigma^2}\right\} Z_0\left(\frac{irV_0 t}{\sigma^2}\right), \quad (17)
 \end{aligned}$$

где $Z_0 = C_1 I + C_2 N_0$; N_0 – функция Бесселя 2-го рода нулевого порядка от мнимого аргумента; C_1 и C_2 – постоянные зависящие от пределов интегрирования K_1 и K_2 .

Как правило, на практике, скорость объекта поиска не является постоянной и точно известной. Поэтому рассмотрим, как изменится выражение (17), если скорость объекта поиска будем считать не как постоянную безошибочную величину, а как величину случайную, подчиненную определенному закону распределения. При этом возможно два варианта учета скорости объекта поиска.

Первый вариант – когда считается, что с известной точностью мы располагаем сведениями о возможной скорости объекта. В этом случае распределение скорости объекта принимается соответствующим релеевскому закону, плотность распределения которого описывается выражением

$$f(V_0) = \frac{V_0}{\sigma_{V_0}^2} \exp\left\{-\frac{V_0^2}{2\sigma_{V_0}^2}\right\},$$

где $\sigma_{V_0}^2$ – среднеквадратическая ошибка в определении скорости объекта.

Зная, что закон Релее описывает распределение длины случайного вектора, проекции которого на координатные оси подчиняются нормальному закону, можно считать, что ошибка в определении вектора скорости объекта поиска является случайной величиной, подчиняющейся нормальному круговому закону.

Второй вариант – когда считается, что мы не располагаем определенными данными о его скорости, при этом скорость объекта может быть равновероятной в пределах всего диапазона возможных скоростей объекта от 0 до V_{\max} . В этом случае при рассмотрении плотности распределения величины скорости объекта целесообразно принять закон равной вероятности. При этом дифференциальный закон распределения для скорости будет иметь вид:

$$f(V_0) = \begin{cases} V_{0,\max}, & \text{если } 0 < V_0 < V_{0,\max}, \\ 0 & \text{вне этого промежутка.} \end{cases}$$

Среднее значение скорости (математическое ожидание) будет равно

$$V_{0,\text{cp}} = V_{0,\max}/2.$$

Среднеквадратическая ошибка в определении скорости равна

$$\sigma_{V_0}^2 = V_{0,\max}/2\sqrt{3} \approx 0,3V_{0,\max}.$$

Заключение

Таким образом, рассмотрены и проанализированы вероятностные характеристики процесса поиска и обнаружения протяженного объекта в непрерывном и дискретном времени наблюдения. Показано, что элементарная вероятность обнаружения при дискретном обследовании и мгновенная плотность вероятности при непрерывном связаны между собой простейшими зависимостями определяющими среднее количество мгновенных наблюдений и среднее время обследования, необходимые для обнаружения того или иного объекта при данных физических условиях. Показано, что определяющие их

выражения могут служить основой при разработке методик по проведению испытаний новых образцов средств наблюдения по обнаружению различных объектов, а так же производить сравнительную количественную оценку их эффективности.

Осуществлен анализ распределения кинематических характеристик объекта поиска, представлены аналитические выражения для определения их плотности вероятности. Рассмотрены и проанализированы, наиболее часто встречаются на практике случаи равномерного и нормального распределения вероятных мест объекта поиска.

Литература

1. Абчук, В. А. Поиск объектов / В. А. Абчук, В. Г. Суздаль – М.: Сов. Радио. – 1977. – 336 с.
2. Артюшенко, В. М. Исследование и разработка радиолокационного измерителя параметров движения протяженных объектов / В. М. Артюшенко: монография, ФГБОУВПО «ФТА». – М., – 2013. – 214 с.
3. Артюшенко, В. М. Особенности отражения зондирующих сигналов радиотехнических устройств обнаружения от протяженных объектов сложной формы / В. М. Артюшенко, В. И. Воловач // Школа университетской науки: парадигма развития. – 2012. № 2-6. С.42-46.
4. Артюшенко, В. М. Анализ условий работы системы контроля заполнения путей и ее информационного обеспечения / В. М. Артюшенко, В. И. Воловач // Научно-технический вестник Поволжья. – 2012. – № 6. – С.115-119.
5. Артюшенко, В. М. Оценка погрешности измерения параметров движения протяженных объектов в условиях изменяющейся дальности / В. М. Артюшенко, В. И. Воловач // Известия высших учебных заведений. Радиотехника. – 2015. – Т.58. – № 1(631). – С.26-37.
6. Бронштейн, И. Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов / И. Н. Бронштейн, К. А. Семендиев – М., – Наука. – 1967.
7. Воловач, В. И. Методы и алгоритмы анализа радиотехнических устройств ближнего действия / В. И. Воловач. – М.: Радио и связь. – 2013. – 228 с.
8. Дубровин, К. О. Время пребывания цели в районе поиска / К. О. Дубровин, П. А. Ситротин // Морской сборник. – 1965. – № 6.
9. Радиолокационные характеристики летательных аппаратов / М. Е. Марганов, Ю. С. Зиновьев, Л. Ю. Астанин [и др.]; под ред. Л. Т. Тучкова // М.: Радио и связь. – 1985. – 236 с.
10. Радиолокационные устройства. Под ред. Григорина-Рябова В. А. // М., Сов. Радио. – 1970.
11. Сосулин, Ю. Г. Теоретические основы радиолокации и радионавигации : учеб. пособие для вузов / Ю. Г. Сосулин. – М.: Радио и связь. – 1992. – 304 с.
12. Финкельштейн, М. И. Основы радиолокации / М. И. Филькенштейн. – М.: Радио и связь. – 1983. – 536 с.

УДК 620.92

Моделирование позиции оператора, управляющего роботом

В.Я. Вилисов, д.э.н., к.т.н.,

Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования Московской области
«Технологический университет», г. Королев, Московская область

Предложен метод оценивания позиции оператора робототехнической системой (РТС), как степени склонности к риску. В качестве базовых моделей использованы критерий пессимизма-оптимизма Гурвица и деревья решений. Задача решается в обратной постановке – по наблюдениям за действиями оператора, как лица, принимающего решения (ЛПР), при выборе варианта управления РТС оценивается его параметр пессимизма-оптимизма. Контекстом решения подобных задач оценивания позиции ЛПР может быть использование РТС в чрезвычайных ситуациях, при боевых действиях и в других ситуациях неопределенности среды.

Робототехническая система, риск, критерий Гурвица, дерево решений, обратная задача, оценивание.

Simulation Operator position robot controlling

V.Ya. Vilisov, D.Sc., Ph.D.,

State Educational Institution of Higher Education
Moscow Region «University of technology», Korolev, Moscow region

A method for estimating the position of the operator robotic system (RS), as degree of risk appetite. As the basic models used the criterion of pessimism - optimism Hurwitz and decision trees. The problem is solved in the return statement - on observations of the actions of the operator (DMP) for acceptance of the RS management solutions it is estimated parameter pessimism - optimism. The context of solving such problems of estimation the DM position can be the use of the RS in emergencies, combat and other situations of uncertainty environment.

The robotic system, risk, criterion Hurwitz, decision tree, inverse problem, estimation.

Введение

В настоящее время робототехнические системы (РТС), или отдельные роботы, управляемые операторами, широко распространены в различных прикладных областях – при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, в космических программах, при боевых действиях, в медицине и в ряде других сфер [1-4]. В таких приложениях робот, фактически, является манипулятором, предоставляющим оператору больше возможностей для воздействия на предмет (объект) воздействия. Все решения в подобных человеко-

машинных системах (робот-оператор), как правило, принимаются оператором, который фактически является лицом, принимающим решения (ЛПР), а сама РТС является по существу его аватаром (экзонадстройкой). Такая надстройка предоставляет оператору новые возможности, расширяющие их базовый набор, в том числе дополняя актуаторами, сенсорикой, вычислительными мощностями и т.п.

Для задач применения РТС в чрезвычайных ситуациях (ЧС) или в условиях активного противодействия, например, в условиях ведения боевых действий, в космических экспедициях фактор времени играет важную роль. А это значит, что оператор практически всегда стоит перед дилеммой – потратить часть времени на уточнение и прогнозирование ситуации или, опираясь на свой опыт и интуицию, действовать – использовать РТС для выполнения задания. При этом, как правило, функции оценивания состояния операционной среды РТС и специальные операции выполняются специализированными подсистемами [5].

Операторы РТС при этом обладают разным опытом, интуицией, профессионализмом и склонностью к риску. Позиция ЛПР по степени склонности к риску может варьироваться от крайней осторожности (пессимистическая позиция) до высокой рисковости (оптимистическая позиция, обусловленная азартом или безрассудством).

Современные тенденции развития робототехники в направлении их интеллектуализации [6] и большей автономности [7] делают актуальными задачи наделения РТС способностями не менее (а иногда и более) существенными, чем эффективный оператор. В этой связи важными представляются исследования [8, 9], направленные на построение моделей различных аспектов управленческой деятельности эффективных операторов для последующего их использования в автономных РТС.

В настоящей работе рассматривается один из аспектов построения таких моделей – оценивание (идентификация, выявления) позиции оператора РТС по наблюдениям за его решениями в тех или иных ситуациях, требующий принятия решений. Понятие «позиция» имеет множество аспектов и в общем случае может характеризоваться вектором показателей. Однако в данной работе понятие позиции ЛПР (оператора РТС) используется в узком смысле – как степень склонности оператора к риску.

Постановка задачи

Для иллюстрации и большей определенности будем иметь в виду, например, ЧС, в которой проводятся поисково-спасательные и ликвидационные работы на химически или радиационно опасных объектах. В таких ситуациях время работает против спасателей, и операторы по текущей ситуации должны делать выбор: выполнить доразведку состояния объекта или сразу отправить исполнительные РТС. После доразведки подобна дилемма возникает вновь. Очень осторожный оператор может сколь угодно долго циклить на доразведке, не посылая исполнительных роботов. Оператор, обладающий высокой степенью склонности к риску, может сразу отправить исполнительных роботов на выполнение задания, при этом последующая инспекция может под-

твердить его правоту либо констатировать ошибочность принятого решения. Опыт и квалификация оператора, как лица, принимающего решения, должны способствовать обеспечению максимальной эффективности спасательных операций. Тот или иной уровень склонности оператора к риску при принятии им решений может быть оправданным (т.е. обеспечивающим приемлемую эффективность всей спасательной операции) или неоправданным. Это дает основание предположить, что для определенных видов ЧС существует приемлемый (допустимый, эффективный) уровень риска при принятии решений.

Таким образом возникает задача – каким показателем измерить склонность оператора к риску и как его оценить по наблюдениям за решениями, принимаемыми конкретным ЛПР. Формализацию задачи выполним на основе использования деревьев решений (игр с природой, позиционных стратегических игр) [10, 11] и критерия пессимизма-оптимизма Гурвица [12], в котором используется параметр (показатель), отражающий степень склонности ЛПР к риску при принятии решений. Формализованное представление предлагаемого метода выполним на модельном примере.

Задачу выбора решений оператором (ЛПР) представим в виде трехуровневого дерева решений. Первый (нижний на дереве) уровень исходов (a, b, c, d) соответствует четырем уровням состояния операционной зоны на момент возникновения потребности в принятии решения (a – отсутствие фронта работ для исполнительных роботов; b, c, d – три градации объемов работ в порядке возрастания). Оператор не знает достоверно, какое из состояний имеет место на момент принятия решения. Эти состояния априори могут быть известны оператору с различной степенью достоверности (субъективной вероятности), которая может варьироваться от полной неопределенности ($P(a) = P(b) = P(c) = P(d) = 0.25$) до полной определенности, например, $P(a) = P(b) = P(c) = 0; P(d) = 1$. Далее будем считать, что эту неопределенность оператор не оценивает количественно, а «чувствует» интуитивно и на этой основе принимает решение об отправке (1) или неотправке (0) исполнительных роботов на выполнение заданий. Выбор оператором решения представляет собой второй уровень дерева решений.

На третьем уровне исходы (a, b, c, d) имеют тот же смысл, что и на первом, однако, отражают то или иное имеющее место конкретное (апостериорное) состояние природы, с которым сталкиваются исполнительные роботы в операционной зоне, что отражается в конкретных значениях показателей исполнения. Например, площадь погашенного пожара или объем ресурса, использованного для выполнения задания и т.п. Без потери общности будем считать, что показатели исходов на дереве решений имеют смысл платежей, которые оператор старается максимизировать, принимая решение.

Если ЛПР, принимая решения, не пользуется какими-либо формальными конструкциями, а строит свой выбор на основе личного опыта и интуиции, то по мере накопления опыта, с учетом многих факторов и своей иерархии ценностей, преломленных через собственное восприятие, выбранные им альтернативы будут становиться все более эффективными. При этом будем предполагать, что существует обратная связь, например, в форме апостериор-

ной оценки эффективности его действий при принятии решений для данной ситуации или за некоторый период времени. Такое оценивание эффективности может выполняться вышестоящим уровнем управления или полномочным лицом, или коллегиально группой лиц.

Решение

В качестве математической модели выбора оптимального решения рассмотрим комбинированный критерий Гурвица [12], на основании которого и построим процедуру выявления позиции ЛПР по данным наблюдения за «хорошими» (эффективными) принятыми оператором решениями для модели выбора в виде дерева решений. Позицию ЛПР количественно будем представлять показателем (параметром λ) пессимизма-оптимизма. Алгоритм распознавания позиции ЛПР в многошаговых процедурах выбора решений представим в виде следующей последовательности этапов.

Этап 1. Выполнить процедуру нормализации дерева решений (представить задачу в нормальной форме – матрицей или таблицей) одним из существующих способов [11, 12]. При этом платежи будут представлены матрицей платежей $A = \|a_{nj}\|_{mn}$, где m – число чистых стратегий ЛПР (строки), n – число состояний природы (столбцы).

Этап 2. Построить зависимость (от параметра λ) оптимальной стратегии $f(\lambda)$, полученной по критерию Гурвица:

$$V = \max_i L(i) = \max_i \left(\lambda \min_j a_{ij} + (1 - \lambda) \max_j a_{ij} \right), \quad (1)$$

например, варьируя параметр λ на некоторой регулярной сетке в интервале $[0; 1]$. В результате таких расчетов будет построена функция $f(\lambda)$, а по ней и обратная – $\lambda(f)$. Здесь функция f может принимать дискретные значения из множества возможных стратегий (см. далее на примере).

Этап 3. По статистическим данным наблюдений за «хорошими» решениями ЛПР, т.е. по наиболее вероятной из используемых им стратегий f , на основании обратной зависимости $\lambda(f)$ вычислить параметр λ , который и будет соответствовать наиболее вероятной позиции ЛПР.

Рассмотрим реализацию этого алгоритма для модельных данных.

Для применения алгоритма распознавания позиции ЛПР выполним генерацию реализации решений (табл. 1), принятых ЛПР в режиме имитации для следующих вероятностей состояний природы на первом и третьем шагах: $P(a) = 0.3$; $P(b) = 0.3$; $P(c) = 0.3$; $P(d) = 0.1$. При этом будем считать, что ЛПР уже достаточно опытен, что позволяет считать все его решения «хорошими», а значит, все они могут быть использованы в статистических оценках. В режиме имитации зададим $\lambda = 0.7$, т.е. позиция ЛПР более близка к осторожной. Критерий Гурвица при $\lambda = 1$ отражает позицию крайней осторожности, крайнего пессимизма ЛПР, а $\lambda = 0$ – позицию крайнего оптимизма. В табл. 1 приведен фрагмент имитируемой выборки наблюдений за состояниями (природы, операционной среды), принятыми оператором решениями и конечным платежом (эффектом).

Таблица 1 – Фрагмент выборки наблюдений

Наблюдения	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Шаг 1 (природа)	b	b	d	c	b	b	b	b	c	b	b	c	d	c	d
Шаг 2 (ЛПР)	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0
Шаг 3 (природа)	c	a	d	d	c	c	a	b	a	c	b	a	c	d	b
Платеж	4	4	4	8	4	4	4	4	3	4	4	3	4	8	4

Стратегию оператора f обычно представляют конструкцией «если-то» и записывают в виде вектора:

$$f = \begin{bmatrix} i \\ j \\ k \end{bmatrix}, \quad i, j, k \in \{0; 1\}, \quad (2)$$

где 0 и 1 – альтернативы, из которых ЛПР делает выбор (см. табл. 1), при условии, что на первом шаге состояние было соответственно b или c или d . Таким образом, если на первом шаге имеет место состояние b , то ЛПР выбирает альтернативу $i \in \{0; 1\}$, если c , то $j \in \{0; 1\}$, если d , то $k \in \{0; 1\}$. Для рассматриваемого примера возможны восемь стратегий, одной из которых и пользуется оператор РТС:

$$f_1 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}; f_2 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}; f_3 = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}; f_4 = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}; f_5 = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}; f_6 = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}; f_7 = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}; f_8 = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}. \quad (3)$$

По реализации, приведенной в табл. 1, в частности видно, что если на первом шаге природа находится в состоянии b или d , то ЛПР выбирает альтернативу 0, если же c , то альтернативу 1, а это значит, что он пользуется стратегией f_3 . Но при достаточно продолжительной выборке наблюдений такой однозначной идентификации стратегии может и не быть т.к. оператор, как правило, не использует единственную формализованную стратегию, а может допускать ошибки или придерживаться смешанной стратегии [11]. Тогда можно говорить о наиболее вероятной стратегии оператора.

Далее реализуем алгоритм, приведенный выше, по этапам.

Этап 1. Выполним нормализацию дерева решений [11]. Для этого необходимо определить элементы множества чистых стратегий ЛПР и элементы множества состояний природы. Стратегии ЛПР уже определены соотношением (3). Множество состояний природы определится как множество сочетаний исходов первого и третьего шага, за исключением исхода a на первом шаге, т.к. при нем ЛПР не принимает каких-либо решений. Таким образом, природа может находиться в одном из 12 состояний, каждое из которых представим вектором возможных состояний операционной среды, соответственно, на пер-

вом и третьем шагах дерева решений: $s_j = [x \ y]^T$, где T – символ транспонирования; $x \in \{b, c, d\}$; $y \in \{a, b, c, d\}$. Тогда множество возможных состояний природы будет следующим:

$$\left. \begin{aligned} s_1 = \begin{bmatrix} b \\ a \end{bmatrix}; s_2 = \begin{bmatrix} b \\ b \end{bmatrix}; s_3 = \begin{bmatrix} b \\ c \end{bmatrix}; s_4 = \begin{bmatrix} b \\ d \end{bmatrix}; s_5 = \begin{bmatrix} c \\ a \end{bmatrix}; s_6 = \begin{bmatrix} c \\ b \end{bmatrix}; \\ s_7 = \begin{bmatrix} c \\ c \end{bmatrix}; s_8 = \begin{bmatrix} c \\ d \end{bmatrix}; s_9 = \begin{bmatrix} d \\ a \end{bmatrix}; s_{10} = \begin{bmatrix} d \\ b \end{bmatrix}; s_{11} = \begin{bmatrix} d \\ c \end{bmatrix}; s_{12} = \begin{bmatrix} d \\ d \end{bmatrix}. \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Приведем платежи, соответствующие исходам дерева решений, в виде табл. 2, где для краткости представим состояния лишь парой значений их координат (см. (4)).

Этап 2. Для построения зависимости оптимальной стратегии f от параметра λ критерия Гурвица (1) проварьируем λ его с шагом 0.1 на интервале $[0; 1]$ и для каждого шага вычислим значения целевой функции $L(i)$ (см. (1)). Результаты этих расчетов приведены в таблице 3.

Таблица 2 – Нормализованная платежная матрица

		s_j											
		<u>ba</u>	<u>bb</u>	<u>bc</u>	<u>bd</u>	<u>ca</u>	<u>cb</u>	<u>cc</u>	<u>cd</u>	<u>da</u>	<u>db</u>	<u>dc</u>	<u>dd</u>
f_h	000	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	001	3	3	3	3	3	3	3	3	0	4	7	10
	010	4	4	4	4	3	5	6	8	4	4	4	4
	011	4	4	4	4	3	5	6	8	0	4	7	10
	100	1	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	101	1	2	3	4	4	4	4	4	0	4	7	10
	110	1	2	3	4	3	5	6	8	4	4	4	4
	111	1	2	3	4	3	5	6	8	0	4	7	10

Последняя строка в этой таблице и представляет собой табличную запись функции $f(\lambda)$, откуда видно, что обратная зависимость $\lambda(f)$ многозначна, т.е. одному значению аргумента, например, f_1 соответствует интервал значений λ – от 0.8 до 1.0.

Этап 3. Из статистических данных наблюдений за выбором альтернатив ЛПР (см. табл. 1) следует, что ЛПР придерживается стратегии f_3 . А из табличной зависимости $\lambda(f)$ следует, что коэффициент критерия Гурвица, отражающий позицию ЛПР лежит в интервале $[0.5; 0.7]$, что согласуется с исходными данными моделирования (модельная позиция ЛПР было задано значение $\lambda = 0.7$). Таким образом, обратная задача решена – позиция ЛПР выявлена.

Таблица 3 – Значения целевой функции по критерию Гурвица

		λ										
		0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
f_n	000	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
	001	10.0	9.0	8.0	7.0	6.0	5.0	4.0	3.0	2.0	1.0	0.0
	010	8.0	7.5	7.0	6.5	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0	3.5	3.0
	011	10.0	9.0	8.0	7.0	6.0	5.0	4.0	3.0	2.0	1.0	0.0
	100	4.0	3.7	3.4	3.1	2.8	2.5	2.2	1.9	1.6	1.3	1.0
	101	10.0	9.0	8.0	7.0	6.0	5.0	4.0	3.0	2.0	1.0	0.0
	110	8.0	7.3	6.6	5.9	5.2	4.5	3.8	3.1	2.4	1.7	1.0
	111	10.0	9.0	8.0	7.0	6.0	5.0	4.0	3.0	2.0	1.0	0.0
$L^*(\lambda)$		10.0	9.0	8.0	7.0	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0	4.0	4.0
$f^*(\lambda)$		f_2	f_2	f_2	f_2	f_2	f_3	f_3	f_3	f_1	f_1	f_1

Выводы

Полученные результаты на данных модельного примера можно интерпретировать таким образом, что при многократном выборе решений конкретный ЛПР, придерживаясь своей стратегии f_3 , будет получать в среднем платеж в пять единиц. При этом на основании решения обратной задачи можно констатировать, что выявленный показатель его степени склонности к риску лежит на интервале $[0.5; 0.7]$. Если полученный эффект от такого управления будет признан удовлетворительным, то в дальнейшем подобный уровень склонности к риску может быть признан достаточным и на его основе могут быть построены системы поддержки принятия решений при управлении РТС в подобных ситуациях и/или предложенный алгоритм принятия решений может быть включен в состав программного обеспечения соответствующего уровня системы управления комплексами РТС.

Таким образом, предложенный подход позволяет обеспечить уровень риска, приемлемый и согласованный с экспертами, оценивающими качество и эффективность операций, выполняемых с применением робототехнических систем.

Литература

1. Рудианов, Н. А. Наземные робототехнические комплексы как элемент системы обороны объектов и территорий РФ / Н. А. Рудианов, А. В. Рябов, В. С. Хрущев // Сборник докладов Всероссийской научно-технической конференции «Экстремальная робототехника». – СПб: Политехника-Сервис. – 2015. – С. 16-17.
2. Цариченко, С. Г. Особенности применения БПЛА в интересах МЧС / С. Г. Цариченко, А. В. Иванов, Ю. Н. Осипов, А. Ю. Картеничев, В. И. Ершов // Сборник докладов Всероссийской научно-технической конференции «Экс-

- тремальная робототехника». – СПб: Политехника-Сервис. – 2015. – С. 24-29.
3. Лысый, С. Р. Научно-технические проблемы и перспективы развития робототехники специального (космического) назначения / С. Р. Лысый // Сборник докладов Всероссийской научно-технической конференции «Экстремальная робототехника». – СПб: Политехника-Сервис. – 2015. – С. 29-34.
 4. Сенчик, К. Е. О перспективах применения робототехники в медицине / К. Е. Сенчик, В. В. Харламов, Н. А. Грязнов, А. В. Лопота // Сборник докладов Всероссийской научно-технической конференции «Экстремальная робототехника». – СПб: Политехника-Сервис. – 2015. – С. 40-43.
 5. Каляев, И. А. Проблемы группового управления роботами / И. А. Каляев, С. Г. Капустян // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2009. – № 6. – 33-40.
 6. Лохин, М. В. Повышение адаптивных свойств автономных роботов на базе интеллектуальных технологий / М. В. Лохин, С. В. Манько, М. П. Романов // Сборник докладов Всероссийской научно-технической конференции «Экстремальная робототехника». – СПб: Политехника-Сервис. – 2015. – С. 63-67.
 7. Жданов, А. А. Автономный искусственный интеллект / А. А. Жданов. – М.: БИНОМ. – 2008. – 359 с.
 8. Вилисов, В. Я. Об алгоритмах адаптации робота к целевым предпочтениям ЛПР / В. Я. Вилисов // Сборник докладов Всероссийской научно-технической конференции «Экстремальная робототехника». – СПб: Политехника-Сервис. – 2012. – С. 120-126.
 9. Вилисов, В. Я. Адаптивный выбор управленческих решений. Модели исследования операций как средство хранения знаний ЛПР / В. Я. Вилисов. – Саарбрюкен (Германия): LAP LAMBERT Academic Publishing. – 2011. – 376 с.
 10. Райфа, Г. Анализ решений / Г. Райфа // М.: Наука. – 1977. – 408 с.
 11. Оуэн, Г. Теория игр / Г. Оуэн // М.: Мир. – 1971. – 230 с.
 12. Таха, Х. А. Введение в исследование операций: Пер. с англ. / Х. А. Таха. – М.: Изд. дом Вильямс. – 2005. – 912 с.

УДК 004.657

Формирование простых запросов в базе данных MS ACCESS

В.М. Зимин, к.т.н., доцент,

Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования Московской области
«Технологический университет», г. Королев, Московская область

В статье изложены результаты разработки программы по формированию всех вариантов простых запросов в базе данных MS Access.

База данных, запрос, структурированный язык запросов, SQL, Visual Basic, поля, форма.

Formation of simple queries in a MS ACCESS database

V.M. Zimin, Ph.D., Associate Professor,

State Educational Institution of Higher Education
Moscow Region «University of technology», Korolev, Moscow region

The article presents the results of the development program for the formation of all the options of simple queries in a MS Access database.

A database query Structured Query Language, SQL, Visual Basic, field shape.

В СУБД MS Access имеется много типов запросов. Наиболее часто используются простые запросы на выборку. В каждый их таких запросов можно включить любое число полей из таблиц конкретной базы данных (БД). В любом руководстве по Access приводятся различные способы создания таких запросов: с помощью Мастера, Конструктора (по образцу QBE), из фильтра или с помощью структурированного языка запросов SQL.

Если потребуется иметь такие запросы с различным сочетанием полей, то необходимо заранее создать такие запросы. Допустим, требуется иметь запросы, включающие в себя все сочетания из 4-х полей. Тогда придется разработать 15 запросов. Действительно, сумма сочетаний: $C_4^1 + C_4^2 + C_4^3 + C_4^4 = 15$. Для пяти полей уже 31 запрос.

Автор разработал способ формирования запроса на выборку с любым сочетанием полей. Поля, которые должны быть включены в запрос, пользователь выбирает сам.

Рассмотрим этот способ на примере учебной базы данных «Моя библиотека», в которой имеется всего три таблицы: Книги, Авторы и таблица связи КнигиАвторы, используемой для создания связи «многие-ко-многим». В запросы требуется включать 4 поля в разных сочетаниях: Название (книги), Год издания, Авторы, Издательство. Но в каждом запросе поле Название обязательное. Поэтому возможны 7 сочетаний полей.

Для формирования переменного запроса в режиме Конструктора создаем форму, на которой разместим 4 переключателя с подписями четырех указанных выше полей. На форме размещаем также кнопку с надписью «Создать запрос» (см. рис. 1). Для события Click (Нажатие) этой кнопки, используя язык программирования VBA (Visual Basic for Application) и структурированный язык запросов SQL, записываем процедуру, в которой формируется текстовая переменная (например, strSQL) в зависимости от выбранных переключателей. Текст этой переменной strSQL представляет собой на языке SQL инструкцию SELECT...FROM... Затем, используя эту переменную, с помощью трех операторов VBA

```
Set qdf = dbs.CreateQueryDef("ПЗапрос", strSQL) 'создание запроса
RefreshDatabaseWindow 'обновление окна БД
DoCmd.OpenQuery "ПЗапрос" 'открытие запроса ПЗапрос
создается и открывается запрос «ПЗапрос».
```

Чтобы добавить новое поле, которое можно будет выбирать при формировании запросов, достаточно добавить 2 строки кода.

Разработанный способ формирования переменного простого запроса (назовём его так) демонстрирует большие возможности совместного использования создания запросов по образцу (QBE), языков программирования Visual Basic for Applications и SQL.

Студентам, изучающих вместе с базами данных и язык SQL, при освоении этого способа новыми являются операторы языка VBA. Но они также без особых трудностей осваиваются, так как при изучении Visual Basic (VB) студенты знакомятся с понятиями свойств объектов, событий, методов и процедур обработки событий. Просто в VBA сами объекты, их свойства и методы другие.

Для исключения ошибок в написании инструкций SQL, которые используются в процессе программирования, предлагается использовать такую технологию. В режиме Конструктора создается нужный запрос, а затем в режиме SQL показывается этот запрос. В окне SQL из запроса копируется нужная инструкция и вставляется в процедуру VBA. В этом случае ошибки в инструкциях SQL исключаются. По этой технологии просто можно добавить в процедуру формирование и запроса с параметром. Например, запрос с поиском книг по названию или по автору, или по издательству.

Ниже приведены коды процедур, которые реализуют переменный запрос, предложенный автором.

```
Option Compare Database
Option Explicit
Private Sub Form_Load()
Forms!ПерЗапросы!Название = -1
Forms!ПерЗапросы!ГодИзд = 0
Forms!ПерЗапросы!Фамилия = 0
Forms!ПерЗапросы!Издательство = 0
End Sub
```

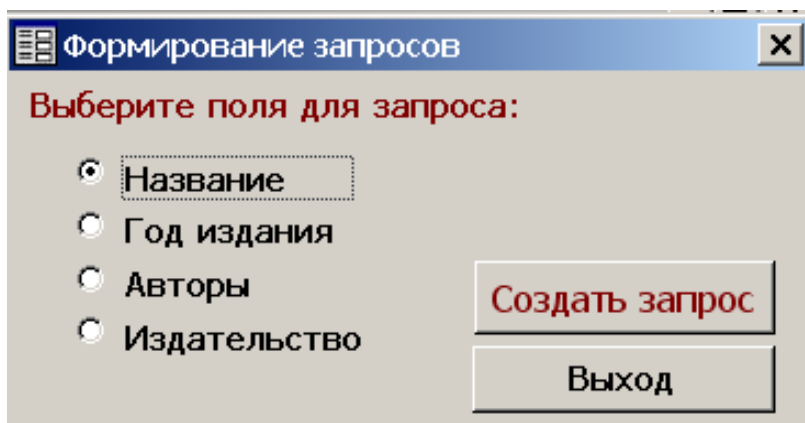



Рисунок 1 – Вид формы по формированию простых запросов

```

Private Sub cmdЗапрос_Click()
    Dim dbs As Database
    Dim ctlNaz As Control, ctlGod As Control
    Dim ctlFam As Control, ctlIzd As Control
    Dim qdf As QueryDef, strSQL As String
    Set ctlNaz = Forms!ПерЗапросы!Название
    Set ctlGod = Forms!ПерЗапросы!ГодИзд
    Set ctlFam = Forms!ПерЗапросы!Фамилия
    Set ctlIzd = Forms!ПерЗапросы!Издательство
    Set dbs = CurrentDb
    On Error Resume Next ' Позволяет игнорировать ошибку при выпол-
нении
    ' следующей команды. Ошибка возникнет, если отсутствует запрос
    "'ПЗапрос" и удалять будет нечего.
    DoCmd.DeleteObject acQuery, "ПЗапрос"
    strSQL = "SELECT " ' в переменной strSQL формируется начало за-
проса на SQL
    ' если ctlNaz = -1, то переключатель выбран
    If ctlNaz = -1 Then strSQL = strSQL & " DISTINCT " & "Кни-
ги.Название"
    If ctlGod = -1 Then strSQL = strSQL & ", Книги.ГодИздания"
    If ctlFam = -1 Then strSQL = strSQL & ", Авторы.Фамилия "
    If ctlIzd = -1 Then strSQL = strSQL & ", Книги.Издательство"
    strSQL = strSQL & " FROM Книги INNER JOIN (Авторы INNER
JOIN КнигиАвторы" & _
        " ON Авторы.КодАвтора = КнигиАвторы.КодАвтора) ON
Книги.КодКниги" & _
        " = КнигиАвторы.КодКниги"
    Set qdf = dbs.CreateQueryDef("ПЗапрос", strSQL)

```

```
RefreshDatabaseWindow  
DoCmd.OpenQuery "ПЗапрос"  
End Sub
```

```
Private Sub Выход_Click()  
On Error GoTo Err_Выход_Click  
DoCmd.Close  
Exit_Выход_Click: Exit Sub  
Err_Выход_Click:  
MsgBox Err.Description  
Resume Exit_Выход_Click  
End Sub
```

Литература

1. Харитонов, И. А., Microsoft Access 2000 / И. А. Харитонов, В. Д. Михеева // СПб.: БХВ – Санкт-Петербург. – 1999. – 1088 с.
2. Новалис, С. Access 2000: Руководство по VBA /С. Новалис // ЛОРИ – Москва. – 2001. – 506 с.

УДК 621.398

**Сервис-ориентированный анализ и проектирование
корпоративных информационных систем**

Н.П. Сидорова, к.т.н., доцент кафедры «Информационные технологии и
управляющие системы»,
Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования Московской области
«Технологический университет», г. Королев, Московская область,

Ю.Ю. Сидоров, студент,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Московский государственный технический
университет имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский
университет)» (МГТУ им. Н. Э. Баумана), г. Москва

Построение корпоративных информационных систем (КИС) на основе сервис-ориентированной архитектуры (СОА) позволяет реализовать такую ИТ-инфраструктуру, которая эффективным образом обеспечивает бизнес-потребности организации.

Сервис-ориентированный анализ, информационные системы, архитектура, бизнес-процессы.

Service-oriented analysis and design of corporate information systems

N.P. Sidorova, Ph.D, Associate Professor, Department of information technology
and system management,
State Educational Institution of Higher Education
Moscow Region «University of technology», Korolev, Moscow region,

Yu. Yu. Sidorov, student,
Federal state budgetary institution of higher professional education
Bauman Moscow State Technical University National research
university of technology, Moscow

Construction of enterprise information systems (EIS) based on service-oriented architecture (SOA) allows to negotiate an IT infrastructure that provides organization business needs in an effective way.

Service-oriented analysis, information systems, architecture, business processes.

Сервис-ориентированная архитектура (СОА) представляет собой не только новый вид интеграции компонентов при построении крупных распределенных информационных систем, но и новую методологию создания таких систем, что предполагает применение иных, отличных от других способов, методов анализа и проектирования систем на её основе. Архитектура СОА

ориентирована на поддержку процессно-ориентированного подхода к разработке корпоративных информационных систем КИС, в котором упор делается на конкретные бизнес-процессы и бизнес-функции, а не программные объекты.

Переход к построению КИС на основе СОА предполагает, прежде всего, разработку и оптимизацию моделей бизнес-процессов компании, формирование на основе полученных моделей основных сервисов СОА, реализующих бизнес-процессы, моделирование динамического взаимодействия сервисов и правил их взаимодействия.

Процесс развертывания КИС на основах СОА предполагает [10] реализацию следующих этапов:

- моделирование;
- сборка;
- развертывание;
- управление.

На этапе моделирования проводится построение моделей компонентов СОА, проводится их анализ и оптимизация.

На этапе сборки происходит реализация сервисов, определяются правила их компоновки и взаимодействия.

На этапах развертывания и управления реализованные сервисы помещаются в среду исполнения и реализуется мониторинг и анализ выполнения сервисов в рамках реализации бизнес-процессов.

Особый интерес представляет этап моделирования, так как от его результатов во многом зависит эффективность реализации КИС на основе СОА. Разработка модели СОА предполагает решение следующих задач: идентификацию сервисов, спецификацию сервисов и реализацию сервисов. Моделирование и анализ позволяют не только зафиксировать организационные и технологические правила реализации ключевых бизнес-процессов, но и выявить их недостатки.

Основой СОА являются сервисы, реализующие основные функции КИС. Они предназначены для выполнения повторяющиеся бизнес-функций, которые обеспечивают согласованную работу многокомпонентных приложений для получения требуемого результата.

С точки зрения СОА сервисы могут играть различную роль. При этом не существует единого подхода к классификации сервисов, выделяемых в СОА [6, 7]. В соответствии с точкой зрения компании IBM, одной из лидеров в продвижении СОА, выделяют следующие группы сервисов [2,4]: сервисы-операции, транзакционные сервисы, сервисы процессов и технические сервисы. Базовые компоненты СОА [2,10] разбиваются на несколько логических уровней (рис.1), включающих:

- сервисы оптимизации, которые реализуют мониторинг использования системных ресурсов на основе сбора данных об использовании системных ресурсов и бизнес-процессов;

- сервисы разработки, которые обеспечивают возможность создания новых решений на всех уровнях разработки КИС – от уровня бизнес-аналитика до уровня программиста;
- сервисы взаимодействия, которые реализуют доступ к функциям системы и данным;
- сервисы процессов, которые реализуют автоматизацию бизнес-процесса на основе и интеграции различных сервисов;
- информационные сервисы, которые реализуют функции управления данными;
- сервисы доступа, которые обеспечивают доступ к приложениям, реализующим сервисы;
- сервисы бизнес-приложений, которые реализуют существующую в организации бизнес-логику обработки данных;

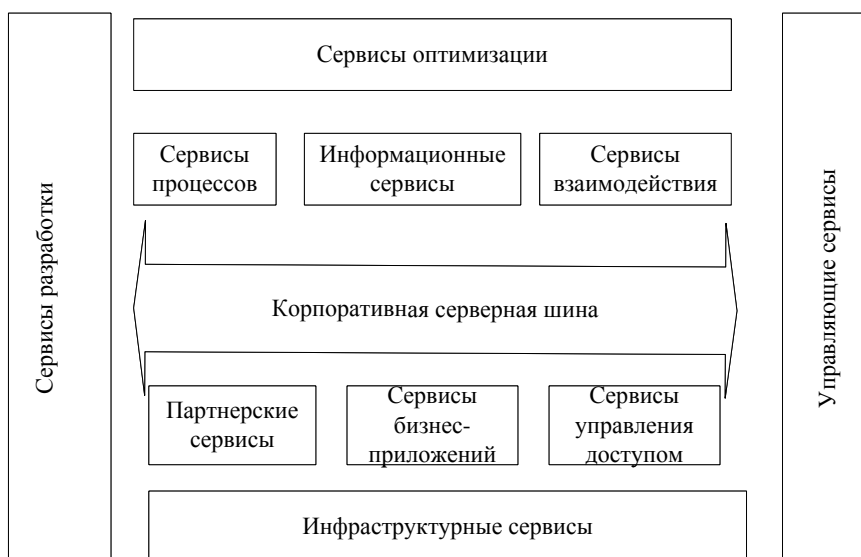


Рисунок 1 – Уровни сервисов в СОА IBM

- партнерские сервисы, которые обеспечивают взаимодействие с внешними информационными системами;
- управляющие сервисы, которые обеспечивают управление сервисами системы, реализуют функции безопасности, виртуализации и др.;
- корпоративная сервисная шина, которая реализует взаимодействие сервисов системы;
- инфраструктурные сервисы, которые включают технические средства и программное обеспечение для системы, обеспечения её масштабируемости, требуемой производительности и безопасности.

Один из ведущих разработчиков и поставщиков программных реше-

ний SOA компания SAP [4] выделяет сервисы предприятия и прикладные сервисы. Сервисы предприятия реализуют бизнес-процесс и не привязаны к какому-либо программному приложению. Прикладной сервис напротив связан с реализующим его программным приложением.

Переход к SOA требует определения процессов, которые реализуются в виде набора сервисов. Для этого в SAP рекомендуют анализировать архитектуру предприятия в целом, причем от уровня детализации описания бизнес-процессов, ИТ-систем и данных, выполняемых в рамках проводимого анализа, зависит проработка потенциальных сервисов, описание их операций и политик. Это позволяет корректно отразить и реализовать целевые бизнес-процессы и потребности пользователей в ИТ-системах. В первую очередь это, конечно же, сервисы для реализации бизнес-процессов компании. Например, для компании, реализующей проекты, это может быть сервис расчета стоимости проекта, который может быть использован для реализации нескольких бизнес-процессов – оценка эффективности проекта, расчет инвестиций в проект и др.

В рамках подхода, определенного в Oracle BI [1, 3], основными составляющими SOA являются:

- бизнес-процессы и специализированный язык их описания;
- бизнес правила;
- бизнес события, определяющие способы объединения сервисов;
- корпоративная сервисная шина.

Все ведущие разработчики программных средств для КИС в качестве основного компонента реализации SOA выделяют бизнес-процессы. Поэтому на первом этапе моделирования SOA необходимо выделить и построить модели ключевых бизнес-процессов, которые затем будут перенесены на уровень сервисов SOA. Для выделения и моделирования бизнес-процессов можно применять различные методологии [8, 11]. К ним относятся хорошо зарекомендовавшая себя методология структурного анализа процессов на основе IDEF-методологии, методология моделирования на основе языка описания процессов BPEL (Business Process Execution Language – язык выполнения бизнес-процессов), который позволяет определить логику выполнения процесса, способы интеграции приложений и организацию взаимодействия с пользователем. Для построения моделей можно использовать язык UML [5]. Моделирование процессов позволяет зафиксировать текущие способы их выполнения, оценить их оптимальность их реализации и выполнить их реинжиниринг.

Концептуально при анализе и проектировании на принципах SOA различают три основных уровня абстракции, определяющих точки зрения на моделируемые процессы: операции, сервисы и бизнес-процессы.

Операции представляют собой логически завершенные действия, которые могут быть связаны, например, с изменением данных в базе данных. Такие операции обладают четко определенным структурированным интерфейсом и могут рассматриваться как аналоги методов классов, выделяемых при объектно-ориентированном анализе.

Сервисы являются логическим объединением группы операций для

выполнения отдельной задачи. Например, для сервиса, решающего задачу создания нового проекта можно выделить следующие операции: найти данные о действующих проектах, определить параметры нового проекта, назначить руководителя проекта, сохранить данные о проекте и др.

Бизнес-процессы представляют собой относительно стабильный набор действий, реализующих поставленную цель. Для выполнения бизнес-процессов используются сервисы, которые вызываются по определенному сценарию. Например, бизнес-процессом можно считать процесс управления портфелем проектов компании, для реализации которого могут быть использованы сервисы: создание нового проекта, контроль исполнения проекта, закрытие проекта и др.

Моделирование операции и бизнес-процессов, необходимых для выполнения задач и достижения целей предприятия, позволяет рассматривать их как основу для определения требований к сервисам и правилам их объединения. Результатом моделирования является спецификации сервисов. Состав специфицированных сервисов представляет собой, по сути, статическую модель в рамках СОА. Для описания динамических моделей необходимо определить способы объединения сервисов при реализации бизнес-процессов. Сервисы должны быть однозначно идентифицированы и описаны. Это обеспечивает возможность их повторного использования. При этом следует иметь в виду, что если компонент не может быть использован повторно, его не следует оформлять виде отдельного сервиса.

В терминологии СОА бизнес-процесс реализуется совокупностью операций, которые выполняются в соответствии с существующим набором бизнес-правил в определенном порядке согласно заданному набору бизнес-правил. Термины оркестровка и хореография [7, 9, 10] описывают два аспекта разработки бизнес-процессов на основе объединения сервисов (рис.2). Описание способов логического объединения базовых сервисов для выполнения бизнес-процессов получило название оркестровки. Оркестровка определяет способ исполнения бизнес-процесса, который реализуется на основе обмена сообщениями и включает в себя определенный в бизнес-логике порядок выполнения задачи. Объединенные в логическую последовательность сервисы реализуют некоторые бизнес-события. Она представляет собой описание бизнес-процесса в виде потока взаимодействующих сервисов, не отражает специфики реализации механизмов взаимодействия сервисов, а лишь определяет логическую последовательность вызова сервисов. Описание оркестровки сервисов может быть выполнено на основе VPEL-модели процесса.

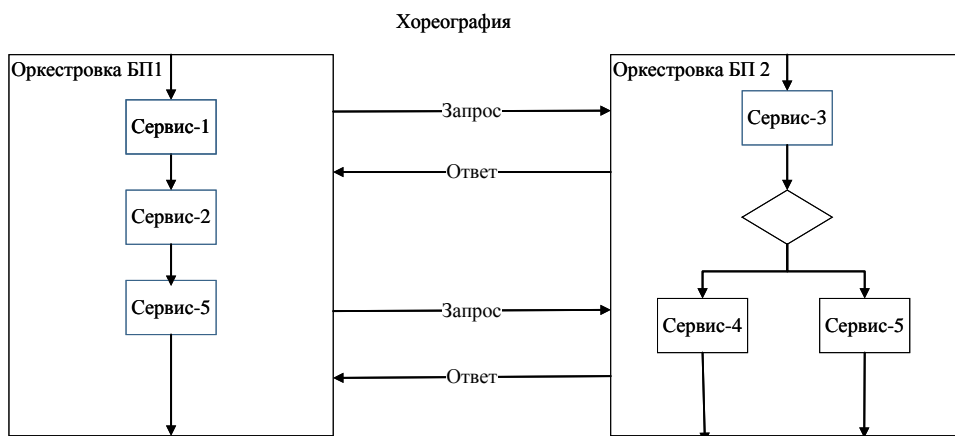


Рисунок 2 – Взаимосвязь хореографии и оркестровки в СОА

Хореография позволяет определить правила взаимодействия участников реализации бизнес-процессов. Она реализуется в виде последовательности условий, при соблюдении которых несколько независимых участников обмениваются сообщениями для выполнения бизнес-функции. Для моделирования хореографии используется язык моделирования хореографии WS-CDL (Web-services Choreography Description Language) и ebXML (Electronic Business using eXtensible Markup Language). На этом уровне моделирования СОА определяется модель процесса управления вызванными сервисами и операциями.

Таким образом, моделирование архитектуры СОА представляет собой сложный процесс, включающий:

- построение модели бизнес-процессов;
- спецификацию сервисов различного уровня;
- моделирование оркестровки бизнес-процессов;
- моделирование процесса управления сервисами и операциями.

Важным моментом является тот факт, что для моделирования различных аспектов СОА применяются различные виды моделей и технологии их построения.

Литература

1. Developer's Guide for Oracle SOA Suite 11g Release 1 (11.1.1.7) [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://docs.oracle.com/cd/E28280_01/dev.1111/e10224.pdf (дата обращения 19.10.2016)/
2. Endrei, M., Ang, J., Arsanjani, F., Chua, S., Comte, Py., Krogdahl, P., Luo, M., Newling, S. Patterns: ServiceOriented Architecture and Web Services. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.redbooks.ibm.com/redbooks/pdfs/sg246303.pdf> (дата обращения 30.10.2016).

3. Oracle SOA Suite 11g. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.oracle.com/technetwork/ru/middleware/soasuite/oracle-soa-suite-11g-1578867-ru.pdf> (дата обращения 19.10.2016).
4. SOA Middleware. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://help.sap.com/saphelp_nwpi711/helpdata/en/70/e6b9f493bd4cba98b469bb698e2c88/frameset.htm (дата обращения 19.10.2016).
5. Амдстен, Дж. Моделирование SOA: Часть 1. Идентификация сервисов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.ibm.com/developerworks/ru/library/1002_amsden/ (дата обращения 21.11.2016).
6. Артамонов, И. В. Моделирование сервисно-ориентированной архитектуры с помощью сетей Петри. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.nsu.ru/xmlui/bitstream/handle/nsu/1898/2014_V12_No2_1.pdf (дата обращения 10.11.2016).
7. Бойер, Дж. Рекомендованные методики проектирования и реализации сервисов поддержки принятия решений. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.ibm.com/developerworks/ru/library/bpm/1206_boyer/ (дата обращения 10.11.2016).
8. Грекул, В. И. , Пырлина, И. В. Сервисно-ориентированное моделирование функционирования центров обработки данных // Бизнес-информатика –№ 1(11). – 2010. С. 30-37. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ecsocman.hse.ru/data/2011/11/28/1270195256/2010> (дата обращения 19.10.2016).
9. Пелц, К. Оркестровка и хореография Web-сервисов // Открытые системы. – 2004. – № 11. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.osp.ru/os/2004/11/184785/> (дата обращения 25.05.2016).
- 10.Портъе, Б. Обзор терминологии SOA: Часть 1. Сервис, архитектура, управление и бизнес-термины. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.ibm.com/developerworks/ru/library/ws-soa-term1/> (дата обращения 19.10.2016).
- 11.Пузыня, С., Пырлина, И. Корпоративная архитектура и SOA // Открытые системы. СУБД. – № 2 – 2010. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.osp.ru/os/2010/02/13001450/> (дата обращения 19.10.2016).

УДК 378.02 (082)

Перспективы развития системы подготовки кадров по информационной безопасности в Технологическом университете

В.Н. Соляной, к.в.н., доцент, заведующий кафедрой «Информационной безопасности»,

А.И. Сухотерин, к.в.н., доцент, заместитель заведующего кафедрой «Информационной безопасности»,

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московской области «Технологический университет», г. Королев, Московская область

В современных условиях широкой информатизации общества все больше проявляются новые задачи по обеспечению информационной безопасности, как объектов, так и субъектов в сфере инновационных технологических процессов. Растет востребованность в подготовки кадров по информационной безопасности. В работе рассмотрены возможные перспективы развития существующей подготовки кадров по информационной безопасности на базе Технологического университета (г. Королев), с учетом особенностей производственной сферы региона г. Королева и Московской области.

Информационная безопасность, система подготовки кадров, региональный центр, радиоэлектронные системы и комплексы, телекоммуникации, специалист, бакалавриат, магистратура, университет, факультет, кафедра, техникум.

Perspective of development in staff training system for information security in «University of technology»

V.N. Solianoy, the candidate of military science, associate professor, head of Information security department,

A.I. Sukhoterlin, the candidate of military science, associate professor, assistant manager of Information security department,

State Educational Institution of Higher Education Moscow Region «University of technology», Korolev, Moscow region

In modern conditions of the wide informatization of society more frequently appearance new challenges for the ensuring information security object, also subject in the field of innovative technological processes. Increase demand in staff training system for information security. In the article reviewed existing perspective of staff training system for information security on base of «University of technology»(s. Korolev) with taking production field characteristic of the region Moscow and city Korolev.

Information security, staff training system, regional center, radio-electronic system and complex, telecommunications, specialist, bachelor, magistracy, university, fac-

ulty, department, technological college.

Современное жесткое противостояние Российской Федерации со стороны ряда иностранных государств (в форме экономической блокады, ведения активной информационной войны и вооруженного давления) обуславливает проведения усиленных защитных мер. Ключевыми мерами в рассмотренных условиях следует рассматривать, прежде всего, проведение мероприятий по информационному противоборству (как на государственном, так и на региональных уровнях функционирования нашего государства) [1,2,3,4,9,с.359,10,с.249].

Постоянно усиливающиеся деструктивные информационные угрозы воздействуют как на промышленные (государственные и частные структуры), так и социальные (индивидуальное и коллективное сознание и подсознание) объекты (субъекты).

В связи с этим вопросы подготовки высококвалифицированных кадров по информационной безопасности (ИБ), в современных условиях бурного развития мирового информационного общества, рассматриваются как одно из приоритетных задач функционирования любого индустриального государства в условиях проведения против него активной информационной войны.

Данная задача актуальна и для Российской Федерации. Особенно остро подготовка профессионалов по информационной безопасности просматривается для промышленных регионов, специализирующих на оборонную сферу и разработку инновационных информационных технологий [5,с.635,6,с.640,7,с.384].

Регион Московской области является в рассматриваемом ракурсе ведущим в Российской Федерации и, следовательно, поддержание информационной безопасности региона на высоком уровне рассматривается как необходимое условие обеспечения национальной безопасности нашего государства.

Данная установка и обуславливает необходимость постоянного совершенствования существующей системы информационной безопасности Московской области и, в частности, Королевского региона. Эффективное противодействие таким целенаправленным информационным угрозами (которые реализуются с использованием новейших методов и средств воздействия на человека, технику и окружающую среду) невозможно без подготовки высококвалифицированных кадров по информационной безопасности. В Московской области данную задачу выполняет всего единственное высшее образовательное учреждение – Московский государственный областной технологический университет (МГОТУ), расположенный в г. Королеве. В структуре данного образовательного учреждения и была сформирована в 2008 году кафедра Информационной безопасности по подготовке, на этапе своего становления, специалистов по защите информации, а в настоящее время – бакалавров и магистров по информационной безопасности.

Проведенный анализ востребованности профессионалов по данному направлению в Московской области и Королевском регионе показал необходимость дальнейшего развития существующей системы подготовки кадров по

информационной безопасности в структуре Технологического университета (МГОТУ). Данное положение обуславливается усиливающейся востребованностью этих специалистов для предприятий-партнеров (работодателей) Московской области и г. Москва: РКК «Энергия»; КТРВ; ЦНИИ маш; НИИ КС; НПО «ИТ»; ЗАО «Тех ЗИ»; ООО «КЛИО»; ЦБИ; 18 ЦНИИ МО РФ; ФГУП «ЭЛЕРОН», Роскомнадзор и др.

Анализ также позволил выявить новые задачи МГОТУ в области подготовки профессионалов по информационной безопасности [1,2,3,4,9,10]:

1. Расширения и реализация дополнительных профессиональных компетенций в области информационной безопасности персонала предприятий, учреждений и организаций (руководителей и администрации, руководителей структурных подразделений и рядовых сотрудников) региона в муниципальной, производственной, образовательной и финансово-кредитной сферах;

2. Необходимость, с одной стороны, увеличения количества подготавливаемых профессионалов по информационной безопасности и, с другой стороны, целесообразность расширения видов новых специализаций, направлений и профилей у выпускников Технологического университета;

3. Возрастающую востребованность специалистов по информационной безопасности – выпускников со средним профессиональным образованием, т.е. техников по информационной безопасности (защиты информации).

С учетом выше изложенного в МГОТУ был разработан трехэтапный план развития системы подготовки профессионалов по информационной безопасности (рис. 1).

На первом этапе развития предусматривается развертывание Регионального учебно-научного (производственного) центра по проблемам информационной безопасности (РУНЦ) Московской области. Первоначально указанный РУНЦ располагается в структуре существующей кафедры Информационной безопасности МГОТУ.

Второй этап развития системы подготовки профессионалов по информационной безопасности предусматривает два под этапа.

Первоначальный под этап предполагает расширение подготовки профессионалов на существующей кафедре ИБ:

- введение по направлению подготовки бакалавр 10.03.01 «Информационная безопасность», нового профиля – «Информационно-аналитические системы финансового мониторинга»;

- открытие специалитета по направлению подготовки «Информационная безопасность телекоммуникационных систем»;

- открытие специалитета по направлению подготовки «Радиоэлектронные системы и комплексы», специализации: «РЭС космических комплексов» и «Радиоэлектронная защита».

Второй под этап предполагает развертывание новой кафедры – Кафедры системной безопасности и На базе предполагаемой кафедры «Системной безопасности» планируется открытие подготовки специалистов по двум направлениям:

- «Информационно-аналитические системы безопасности»;

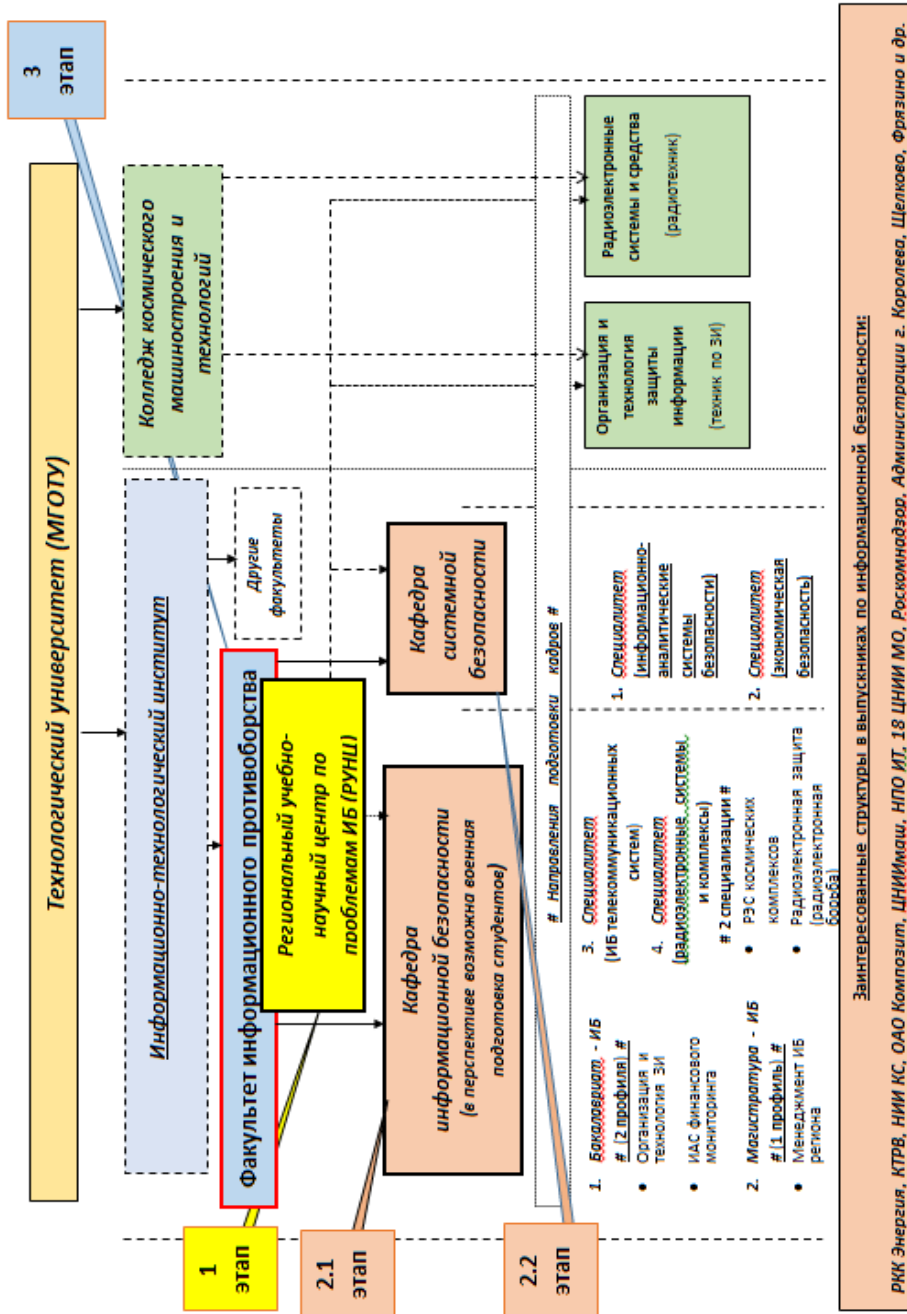


Рисунок 1 – Основные этапы развития системы подготовки профессионалов по ИБ в

- «Экономическая безопасность».

Третий этап развития системы подготовки профессионалов по ИБ предполагает формирование Факультета информационного противоборства. В составе факультета предусматривается функционирование существующей кафедры (Кафедры информационной безопасности) и новой «Кафедры системной безопасности».

Параллельно развитию системы подготовки высшей профессиональной подготовки по ИБ в университете активно развивается и система подготовки средней профессиональной подготовки базе Колледжа космического машиностроения и технологий.

В частности, в 2016 году спланирован набор студентов по направлению подготовки «Организация и технология защиты информации» по специальности «техник по защите информации». При этом, выпускники колледжа имеют возможность продолжить свое образование по направлению «Информационная безопасность» в Технологическом университете» как по очной, так и по очно-заочной форме обучения.

Данное положение в полной мере соответствует и для выпускников колледжа по направлению «Радиоэлектронные системы и средства», специальность «Радиотехник». В ближайшей перспективе они также будут иметь возможность продолжить свое образование в МГОТУ по специализации «Радиоэлектронная защита/радиоэлектронная борьба», либо по «Радиоэлектронные системы космических комплексов».

В заключении к изложенному следует указать ряд проблемных вопросов по развитию системы подготовки кадров по информационной безопасности в Технологическом университете. Данные вопросы целесообразно объединить по двум группам.

Первая группа – это вопросы, требующие дополнительной поддержки (финансовой, материальной и т.д.):

- закупка и оснащение современной учебно-научной (лабораторной) материально-технической базы;

- выделение дополнительных учебно-производственных площадей (служебных помещений).

Вторая группа – это вопросы, решаемые в основном силами Технологического университета:

- подбор и обучение профессорско-преподавательского состава и сотрудников;

- получение соответствующих лицензий ФСТЭК и ФСБ РФ для проведения вышеуказанных специальных работ в области информационной безопасности;

- закупка нормативно-методических документов ФСТЭК и ФСБ РФ по обеспечению информационной безопасности;

- активизация работ по профессиональной ориентации в области ИБ выпускников средних школ и заведений СПО региона в интересах своевременной подготовки и отбора абитуриентов.

Таким образом, в данной статье рассмотрены вопросы, связанные с

необходимостью и целесообразными направлениями развития существующей системы подготовки профессионалов в области информационной безопасности на базе Московского государственного областного технологического университета (г. Королев) для региона Московской области. Данная задача обусловлена высокой востребованностью специалистов в области информационной безопасности, как в настоящее время, так и в будущем с учетом развития современного информационного общества. Имеющийся сформированный потенциал МГОТУ в рассматриваемой области позволяет успешно разрешить данной задаче.

Литература

1. Федеральный закон Российской Федерации: «Об образовании» (от 29 декабря 2012 г. №273).
2. Распоряжение Правительства РФ от 03.11.2011 № 1944-р «О перечне направлений подготовки (специальностей) в образовательных учреждениях высшего профессионального образования, специальностей научных работников, соответствующих приоритетным направлениям модернизации и технологического развития российской экономики» Официальная публикация в СМИ: «Российская газета», № 254, 11.11.2011 «Собрание законодательства РФ», 14.11.2011, № 46, ст. 6584.
3. ФГОС ВПО по направлению подготовки 090900 Информационная безопасность (квалификация (степень) «бакалавр») Приказ Минобрнауки РФ от 28 октября 2009 г. № 496.
4. Материалы пленума учебно-методического объединения вузов Российской Федерации по образованию в области историко – архивоведения. РГГУ «Институт информационных наук и технологий безопасности». Сборник аннотаций программ учебных дисциплин ОООВПО по направлению подготовки 10.03.01 «Информационная безопасность» квалификация: бакалавр. Профили: «организация и технология защиты информации», «Комплексная защита объектов информации» // М.: – 2012г.
5. Соляной, В. Н., Сухотерин, А. И. Выработка коммуникативной компетенции при подготовке профессионалов по информационной безопасности с использованием технологии модерации. «Инновационные технологии в современном образовании» сборник трудов по материалам III Международной научно-практической Интернет-конференции 18 декабря 2015 г. // М.: Издательство «Научный консультант». – 2016.–784с. (с.635-640). ISBN: 978-5-9907976-9-7В.
6. Соляной, В. Н., Сухотерин, А. И., Антоненко, В. И. Проблемно-ориентированная подготовка специалистов по информационной безопасности с использованием имитационного метода (мозговой штурм). «Инновационные технологии в современном образовании» сборник трудов по материалам III Международной научно-практической Интернет-конференции 18 декабря 2015 г. // М.: Издательство «Научный консультант». – 2016.–784с. (с.640-645). ISBN: 978-5-9907976-9-7В.

7. Соляной, В. Н., Сухотерин, А. И. Рекомендации по практике применения традиционных (неимитационных) методов и технологий образовательного процесса (практические занятия и лабораторные работы) в (учебный процесс) подготовку бакалавров (специалистов) и магистров по информационной безопасности «Инновационные технологии в современном образовании» сборник – Королев МО: Изд-во «Алькор Наблишерс». – ФТА. – 2015. – 456 с. (с.348-355).
8. Соляной, В. Н., Сухотерин, А. И., Антоненко, В. И. Особенности практико-ориентированной (квазипрофессиональной) подготовки специалистов по информационной безопасности: деловая игра – имитационный метод организации образовательного процесса «Инновационные технологии в современном образовании» сборник – Королев МО: Изд-во «Алькор Наблишерс». – ФТА. – 2015. – 456 с. (с.355-360).
9. Соляной, В. Н., Сухотерин, А. И. Практика применения инновационного научно-образовательного комплекса по подготовке бакалавров и магистров в области информационной безопасности. Научно-практический журнал №25, том 1 2015г. Информационное противодействие угрозам терроризма. Материалы XIX пленума учебно-методического объединения по образованию в области информационной безопасности «опыт и передовые практики образовательных организаций по формированию и использованию в учебном процессе специализированной учебно-лабораторной базы» г. Таганрог // РОСТ. ОБЛ.: Изд-во ЮЖН. ФЕД.УНИВ. – 2015. – 416 с. (с. 359-367) ISSN 2219-8792.
10. Соляной, В. Н., Сухотерин, А. И. Модульно-ориентированный подход формирования базовых дисциплин ФОС 3+ как основа реализации профессиональной подготовки бакалавров в области информационной безопасности. Научно-практический журнал № 25, том 2 2015г. Информационное противодействие угрозам терроризма. Материалы XIX пленума учебно-методического объединения по образованию в области информационной безопасности «учебно-методическое обеспечение образовательных программ в области информационной безопасности» г. Таганрог // РОСТ. ОБЛ.: Изд-во ЮЖН. ФЕД.УНИВ. – 2015. – 330 с. (с.249- 255) ISSN 2219-8792.

УДК 004.056

Основы построения проактивной безопасности компьютерных систем

В.Н. Соляной, к. в. н, доцент,

А.В. Шмелев, студент 4 курса кафедры «Информационная безопасность»,
Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования Московской области
«Технологический университет», г. Королев, Московская область

Проактивная безопасность компьютерной системы – это органичное структурное свойство, которое позволяет такой системе сохранять свою функциональность, даже если некоторые из компонентов системы становятся в силу ряда причин «неработоспособными». Свойство проактивной безопасности позволяет на этапе эксплуатации компьютерной системы не выделять ресурсы на внедрение дополнительных механизмов защиты, не привлекать высококвалифицированных специалистов и службы информационной безопасности, дополнительные сервисы и системные ресурсы. Все ресурсозатраты при таком подходе к созданию компьютерной системы (временные, материальные, финансовые, интеллектуальные, «людские») переносятся с этапа ее эксплуатации на этап создания (проектирования, разработки, испытании).

Компьютерная система, информационная безопасность, средство скрытого информационного воздействия, проактивная безопасность.

Formation fundamentals of proactive security of computer systems

V.N. Solyanoy, Associate Professor,
candidate of military Sciences,

A.V. Shmelev, 4rd year student, Department of information security,
State Educational Institution of Higher Education
Moscow Region «University of technology», Korolev, Moscow region

Proactive security of computer systems – is an organic structural feature that allows a system to maintain its functionality, even if some of the components of the system are «unworkable» due to several reasons. The property allows for proactive safety during operation of the computer system does not allocate resources for the implementation of additional security mechanisms do not attract highly qualified specialist and information security services, additional services and system resources. All resource consumption in such an approach to the creation of a computer system (time, material, financial, intellectual, «human») transferred from the stage of its operation to the step of creating (design, development, test).

The computer system, information security, covert means of information influence,

proactive security.

Проактивная безопасность компьютерных систем эта сравнительно новая парадигма в области создания безопасных информационных технологий, которая позволит дать асимметричный ответ создающимся «мощным» киберструктурам [4], призванным осуществлять глобальные наступательные действия в киберпространстве, и фактически свести их «к нулю», затрачивая при этой гораздо меньшее количество ресурсов, чем «наступающая» сторона.

Если универсальные механизмы создания проактивно безопасной КС будут реализованы, то потенциальный пользователь (эксплуатирующая организация) в большинстве случаев сможет фактически не заботиться о том, подвергается ли его КС кибератакам или нет. Такая КС просто «изолирует» кибератаку, сохраняя при этом свою функциональность.

На протяжении нескольких десятков лет многими специалистами в области информационной безопасности объектов информатизации различного назначения объективно признается, что наиболее целесообразно решать весь комплекс проблем защиты информации с самого начала жизненного цикла КС, то есть еще с момента разработки системных, проектных, алгоритмических решений. В то же время сколько-нибудь строгой (формальной) аргументации такой позиции, по существу, нигде не приводится [5].

В условиях эффективного использования выделяемых ресурсов, применения новейших технических и технологических достижений проактивные решения позволят повысить уровень защиты современных КС, что, в свою очередь, будет влиять на уровень защищенности различных объектов информатизации, в том числе критически важных [1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11].

В этом случае с учетом проактивного измерения процесса создания КС главная цель комплексного решения проблемы информационной безопасности при защите КС – создание комплекса мер:

проактивных – на методологическом, общественном и алгоритмическом уровнях;

реактивных, обеспечивающих устойчивость функционирования компонентов КС на этапе эксплуатации.

Суть процесса обеспечения проактивной безопасности КС заключается в необходимости:

предотвращения внедрения средств скрытого информационного воздействия (ССИВ) в КС их авторам, на этапе разработки;

предотвращения внедрения ССИВ в компоненты КС посредством системных средств и инструментальных средств разработки (через операционные системы, системы управления базами данных, CASE-средства, трансляторы, отладчики и подобные им средства) в процессе создания компонентов КС, их тестирования и испытаний.

Даже «потенциально» защищенные от несанкционированного доступа компоненты КС на этапе их эксплуатации могут иметь в своем составе ССИВ, а средства защиты в этом случае с большой вероятностью становятся малоэффективными. Следовательно, отсутствие мер проактивной защиты КС мо-

жет привести к блокированию этих систем, непредсказуемому нарушению режимов их функционирования или блокированию (утечке) оперативной (конфиденциальной) информации.

Тем не менее обеспечение защиты КС при наличии в них ССИБ относится к совокупной проблеме обеспечения проактивной и реактивной безопасности КС, когда методы разработки защищенных компонентов КС, методы их тестирования, вероятностные методы расчета наличия ССИБ и методы оценивания уровня информационной безопасности КС могут в значительной мере пересекаться и дополнять друг друга.

Процесс разработки КС включает набор этапов и операций в последовательности их выполнения и взаимосвязи, обеспечивающих ведение разработки на всех стадиях от технического задания до завершения испытаний. С точки зрения обеспечения проактивной безопасности чрезвычайно важно организовать этот процесс таким образом, чтобы на каждом его этапе выполнялся необходимый и достаточный комплекс организационно-технических мероприятий, предотвращающих (существенно затрудняющих) постановку на эксплуатацию готовых компонентов КС с внедренными ССИБ [1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11].

Типовой процесс включает описание исходной информации, способов и методов выполнения операций и этапов работ, устанавливает требования к результатам и правилам их контроля, определяет формы технологических и программных документов, а также организационную структуру коллектива, обеспечивает распределение, планирование работ и контроль за ходом разработки. Повышение эффективности разработки компонентов КС в целом достигается регламентацией порядка проведения работ, автоматизацией этапов и операций, разделением труда между специалистами разной квалификации и проблемной ориентацией применяемой технологии.

Индустриализация технологий проектирования вызывает необходимость унификации и стандартизации языков проектирования, создает предпосылки для модернизации и развития компонентов КС, а также для повторного использования отработанных компонентов.

В случае программного обеспечения (ПО), разрабатываемого в интересах КС современные инструментальные средства автоматизации разработки ПО (CASE-средства) и его отладка в той или иной мере поддерживают весь процесс разработки ПО. Использование CASE-средств значительно осложняет действия по выявлению и устранению ССИБ. Это обусловлено тем обстоятельством, что программист практически не имеет возможности контролировать непосредственно создаваемые программы, так как работает на уровне логических конструкций языковых средств. Если целью атаки является нанесение как можно большего вреда, то наиболее подходящей целью для злоумышленника, пытающегося внедрить ССИБ, являются программы, которые используются большим числом различных пользователей, например, компиляторы, трансляторы, интерпретаторы, ассемблеры. Кроме них целый ряд других инструментальных средств автоматизации программирования может иметь встроенные средства автоматического генерирования ССИБ

[1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11].

Сложность проведения исследований в области проактивной безопасности обусловлена, главным образом, неопределенностью, в которой можно выделить два аспекта:

неопределенность технологических приемов, используемых различными разработчиками программного обеспечения, особенно при создании крупномасштабных КС;

неопределенность, которая обусловлена развитием новых технических средств разведки и возможностью появления новых способов и средств внедрения ССИВ в разрабатываемое программное обеспечение.

В данных условиях при исследовании методов и средств обеспечения проактивной защиты необходимо исходить из предположения о том, что такая защита будет обеспечена, если до внедрения КС в эксплуатацию будут созданы условия, при которых имеет место одно из следующих событий:

на предприятии-разработчике КС выполнены мероприятия предупредительного характера, при которых невозможно любое нарушение проактивной безопасности в процессе создания КС;

даже при обнаружении попыток нарушения проактивной безопасности компонентов КС последствия таких попыток будут ликвидированы до введения КС в штатную эксплуатацию;

даже если попытки нарушения проактивной безопасности компонентов КС имели место и не обнаружены, их последствия будут своевременно выявлены, локализованы и ликвидированы до введения КС в штатную эксплуатацию.

Такие попытки нарушения защиты, в том числе за счет внесения ССИВ в компоненты КС и их активизации «в нужное время и в нужном месте» представляют реальную опасность для разрабатываемых КС. Посредством ССИВ, таким образом, можно заблокировать возможность применения средств автоматизации в крупных корпоративных системах и даже отраслях промышленности, снизить эффективность работы этих средств, а также влиять на выполнение этими средствами своих функций, что недопустимо с точки зрения национальной безопасности.

Учитывая все сказанное выше, для предотвращения всей совокупности воздействия ССИВ на современные КС, в том числе и использующиеся на критически важных объектах, необходимо реализовать комплекс научно обоснованных мероприятий, к числу которых, в первую очередь, можно отнести разработку методологии обеспечения проактивной безопасности) и КС.

Основные составляющие методологии обеспечения проективной безопасности КС (рис. 1).

К основным составным элементам методологии обеспечения проактивной безопасности КС следует отнести:

характеристики комплекса работ (особенности организации процесса защиты КС, принципы обеспечения их безопасности, условия проектирования, разработки и эксплуатации компонентов компьютерной системы, нормы деятельности, понятийная и нормативно-методическая база в области защиты

КС);

логической структура деятельности (предмет, субъекты, объекты, формы и средства деятельности по защите КС, модели, методы и организационно-технические решения по защите КС, модели угроз безопасности, таксономия моделей ССИВ, результат и оценка деятельности в данной области);

временная структура деятельности (жизненный цикл КС и содержание основных этапов, связанных с обеспечением их проактивной и реактивной безопасности).

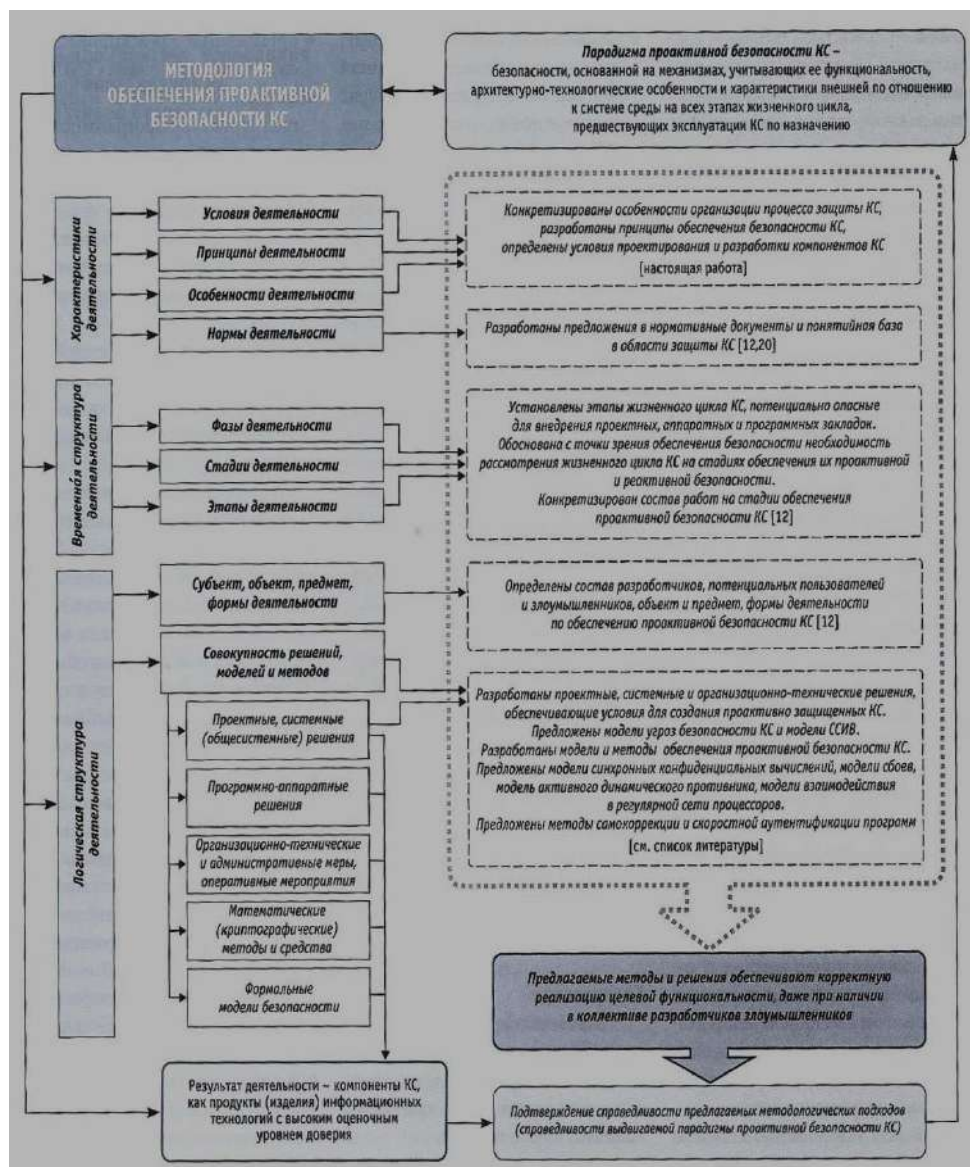


Рисунок 1 – Состав и структура методологии обеспечения проактивной безопасности КС

Такой подход имеет определяющее значение для создания компонентов КС, являющихся, по определению, изделиями информационных технологий с высоким оценочным уровнем доверия.

Исторически известны разные типы организации деятельности. Современным является проектно-технологический тип, который состоит в том, что продуктивная деятельность человека (или организации) разбивается на отдельные завершённые циклы, которые называются проектами.

Таким образом, процесс осуществления деятельности целесообразно рассматривать в рамках проекта, реализуемого в определенной временной последовательности по фазам, стадиям и этапам, причем последовательность эта является общей для всех видов деятельности. Завершенность цикла деятельности (проекта) определяется тремя фазами:

фазой проектирования, результатом которой является построенная модель создаваемой системы и план ее реализации;

технологической фазой, результатом которой является реализация системы;

рефлексивной фазой, результатом которой является оценка реализованной системы и определение необходимости либо ее дальнейшей коррекции, либо «запуска» нового проекта.

Характеристики деятельности по защите КС:

особенности организации процесса защиты компонентой КС;

принципы обеспечения безопасности КС;

условия проектирования, разработки и эксплуатации КС;

понятийная база, нормативно-правовые, нормативно-методические, нормативно-технические документы в области создания и применения КС.

Логическая структура деятельности по обеспечению безопасности КС:

субъект-разработчик (проектная организация), пользователь (эксплуатирующая организация), нарушитель(-ли), противник(-ки);

объект – КС;

предмет деятельности - процесс защиты КС;

формы деятельности – защита компонентов КС от ССИБ;

средства – средства и механизмы защиты компонентов КС;

модели и методы – модели и методы обеспечения безопасности КС, модели уязвимостей/угроз/атак/противника;

результат деятельности – компоненты КС, как продукты (изделия) информационных технологий с высоким оценочным уровнем доверия.

Временная структура деятельности по обеспечению безопасности КС:

фазы – этапы создания и применения КС;

стадии – все этапы жизненного цикла КС;

этапы деятельности по защите КС-этапы обеспечения проактивной и реактивной защиты КС.

Модели и методы обеспечения проактивной безопасности КС

Известные методы (классы методов) проактивной защиты ПО с привязкой к его жизненному циклу приведены далее (рис. 2.).

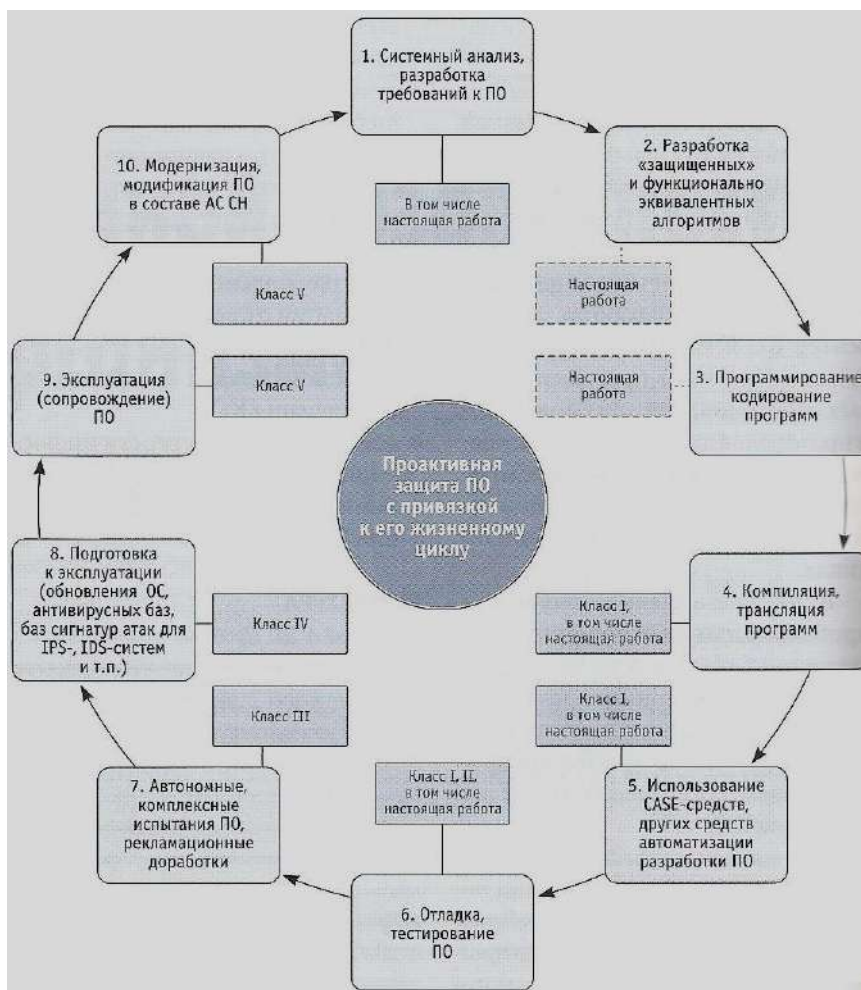


Рисунок 2 – Классы методов проактивной защиты КС

К ним относятся классы:

методов и инструментальных методик диагностического контроля инструментальных средств разработки компонентов КС (трансляторов, компиляторов, отладчиков, CASE-средств) [1, 2];

моделей и методов верификации программ, верификации моделей программ [2];

методов контроля проактивной безопасности КС на этапах их автономных испытаний, комплексных испытаний, рекламационных доработок [6];

средств проактивной защиты на этапе подготовки КС к функционированию: средств обновления ОС, антивирусных баз данных, баз данных сигнатур атак IDS/IPS-систем, систем активного аудита и т.п.;

моделей и методов проактивной защиты посредством методов Data Mining [3].

Из рисунка 2 видно, что этапы (задачи) разработки функционально эк-

вивалентных алгоритмов с введенными элементами защиты и их кодирования на конкретных языках программирования или кодирования в машинных кодах ранее практически не рассматривались в рамках единой технологии разработки защищенных компонентов КС. В том числе именно разработке проектных решений, моделей и методов защиты на этих этапах посвящена настоящая работа. Кроме того, в перечисленных выше классах методов обеспечения проактивной безопасности компьютерных систем, как правило, не выдвигалось предположение о том, что при их разработке действует злоумышленник.

Разработанные методы и решения по обеспечению проактивной безопасности КС на этапах системного анализа, разработки требований, математического и алгоритмического обеспечения, программирования (кодирования программ), их компиляции и отладки в совокупности с известными методами и решениями по проактивной защите на этапах тестирования и испытаний может составить полный методический базис структуры деятельности по проактивной защите КС. Это, в свою очередь, позволяет говорить о достаточности и обоснованности набора лежащих в ее основе моделей и методов проактивной защиты КС [6]. Таким образом, разработанные методы и решения позволяют охватить все этапы жизненного цикла КС, предшествующие этапу его эксплуатации по назначению.

В то же время анализ возможных решений показал [2, 5] – математических моделей и методов проактивной защиты от действий злоумышленника на ранних этапах жизненного цикла ПО, скорее всего, не может быть много, но они есть ввиду как сложности формализации таких решений, так и сложности самих решений.

Таким образом, методология обеспечения проактивной защиты КС представляет собой совокупность организационно-технических решений, моделей и методов, рассматриваемых в рамках данной методологии, которые позволяют выполнить вышеназванный сценарий разработки КС.

В последнее время появилась насущная необходимость в создании новых технологий разработки КС, изначально (с самого начала жизненного цикла) ориентированных на создание безопасных программных продуктов, даже если на этапе их проектирования и разработки действуют злоумышленники. Демонстрация возможности создания проактивно безопасных компьютерных систем в соответствии с выдвинутой методологией создания подобных систем и предпринята в настоящей статье.

В ней излагаются элементы методологии обеспечения проактивной безопасности КС, рассматриваются принципы обеспечения проактивной безопасности, условия, требования и ограничения при проектировании и разработке компонентов КС в «проактивном исполнении». При этом применение новых подходов, алгоритмов, схем и протоколов защиты позволяет перенести процесс внесения в компоненты КС защитных функций на более ранние этапы их жизненного цикла.

В силу чрезвычайной сложности проблематики обеспечения проактивной безопасности КС в условиях информационного противоборства полученные результаты, конечно же, не исчерпывают всего круга проблем обеспе-

чения такой защиты для КС [1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11].

Тем не менее предлагаемые научно-практические и организационно-технические решения по обеспечению безопасности КС на этапе проектирования позволят их использовать при задании технических требований к компонентам КС, входящих в состав современных объектов информатизации, в том числе критически важных, при подготовке и проведении организационно-технических мероприятий по защите КС на этапе их создания, при проведении научных и прикладных исследований по проблематике обеспечения проактивной безопасности компьютерных систем.

Литература

1. Ефимов, А. К. Методика построения тестов проверки технологической безопасности инструментальных средств автоматизации программирования на основе их функциональных диаграмм / А. К. Ефимов, Б. П. Пальчун, Л. М. Ухлинов // Вопросы защиты информации – 1995. – № 3(30). – С. 52-54.
2. Казарин, О. В. Методология защиты программного обеспечения / О. В. Казарин // М.: МЦНМО. – 2009. – 464 с.
3. Комашинский, Д. Б. Исследование проактивных механизмов обнаружения вредоносного программного обеспечения на базе методов Data Mining / Д. Б. Комашинский, И. В. Котенко // В кн. Математика и безопасность информационных технологий. Материалы конференции в МГУ 30-31 октября 2008 г. // М.: МЦНМО. – 2009. – Т. 2. – С. 226-231.
4. Сальников, А. А. Новые факторы и безопасность в киберпространстве / А. А. Сальников, Р. А. Шаряпов, В. В. Яценко // Вестник Московского университета. Серия политическая. // – 2010. – № 2. – С. 71-84. – № 3. – С. 90-103.
5. Скиба, В. Ю. Парадигма проактивной безопасности компьютерных систем / В. Ю. Скиба // Защита информации. Инсайд // 2009. – № 5. – С. 2-9. – М-6. – С. 2-7.
6. Ухлинов, Л. М. Обеспечение безопасности информации в центрах управления полетами космических аппаратов / Л. М. Ухлинов, М. П. Сычев, В. Ю. Скиба, О. Б. Казарип // М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана. – 2000. – 366 с.
7. Соляной, В. Н., Сухотерин, А. И., Воронов, А. Н. Некоторые перспективы применения систем контроля и управления доступом в региональных ВУ-ЗАХ. Научная статья. «Перспективы организационные формы и эффективность развития сотрудничества российских и зарубежных ВУзов» При поддержке Посольства Туркменистана в Российской Федерации. Текст Сборник материалов III Ежегодная международной научно-практической конференции 6-7 апреля 2015 г.: Королев МО: ФТА. – Издательство «Канцлер». – 2015-52 с.
8. Соляной, В. Н., Сухотерин, А. И., Сиротский, А. А. Организация менеджмента информационной безопасности в финансово-кредитных учреждениях. Информационная безопасность бизнеса и общества. Сборник статей

- научно-преподавательского состава кафедры информационных систем, сетей и безопасности / Российский Государственный Социальный Университет. – М.: Издательство «Перо». – 2016. – 111 с. ISBN 978-5-906851-15-4.
9. Соляной В. Н., Сухотерин, А. И., Шихнабиева, Т. Ш., Сиротский, А. А. Некоторые элементы ассоциативности в методиках преподавания дисциплин технической направленности. Организация менеджмента информационной безопасности в финансово-кредитных учреждениях. Информационная безопасность бизнеса и общества. Сборник статей научно-преподавательского состава кафедры информационных систем, сетей и безопасности / Российский Государственный Социальный Университет. – М.: Издательство «Перо». – 2016. – 111 с. ISBN 978-5-906851-15-4.
10. Соляной, В. Н., Сухотерин, А. И. Выработка коммуникативной компетенции при подготовке профессионалов по информационной безопасности с использованием технологии модерации. «Инновационные технологии в современном образовании» // Сборник трудов по материалам III Международной научно-практической Интернет-конференции 18 декабря 2015 г. – М. Издательство «Научный консультант». – 2016. – 784 с. ISBN: 978-5-9907976-9-7.
11. Соляной, В. Н., Сухотерин, А. И., Антоненко, В. И. Проблемно-ориентированная подготовка специалистов по информационной безопасности с использованием имитационного метода (мозговой штурм). «Инновационные технологии в современном образовании» // Сборник трудов по материалам III Международной научно-практической Интернет-конференции 18 декабря 2015 г. – М. Издательство «Научный консультант». – 2016. – 784 с. ISBN: 978-5-9907976-9-7.

УДК 678.5/7:536.45:629.7.02

Оценка пористой структуры заготовки камеры сгорания на основе плетеного углеродного каркаса и углерод-керамической матрицы

А.С. Разина, аспирант,

Н.П. Асташева, д.б.н., профессор,

Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования Московской области

«Технологический университет», г. Королев, Московская область

В настоящее время для повышения окислительной стойкости углерод-углеродного композиционного материала используется метод химического осаждения карбида кремния из газовой фазы монометилсилана [1]. В качестве заготовки используется углерод-углеродный композиционный материал с организованной пористой структурой [2]. В данной работе проведена оценка пористой структуры заготовки камеры сгорания (КС) на основе плетеного углеродного каркаса. Использование плетено-намоточного способа изготовления углеродного каркаса КС позволило избежать появления крупных несплошностей и закрытых пор и создать равномерно распределенную углерод-керамическую матрицу в заготовке КС.

Углерод-углеродный композиционный материал, камера сгорания, пористая структура, карбид кремния.

Evaluation of the porous structure of preform of combustion chamber based on braided carbon preform and carbon-ceramic matrix

A.S. Razina, graduate,

N.P. Astasheva, Doctor of Biological, professor,

State Educational Institution of Higher Education

Moscow Region «University of technology», Korolev, Moscow region

Currently, to improve the oxidative resistance of a carbon-carbon composite material using method chemical deposition of silicon carbide from the gas phase of monometilsilan. For preform used a carbon-carbon composite material with organized porous structure. In this paper is evaluated the porous preform structure on the basis of woven carbon skeleton. Using braiding method of manufacturing the carbon skeleton of the combustion chamber allowed to avoid large discontinuities and closed pores and to create a uniformly distributed carbon-ceramic matrix in the preform of combustion chamber.

Carbon-carbon composite material, combustion chamber, porous structure, carbide of silicon.

Углерод-углеродный композиционный материал (УУКМ) обладает

уникальным сочетанием свойств, таких как: низкая плотность, низкий коэффициент теплового расширения, высокая теплопроводность, жаропрочность и термостойкость. В ракетно-космической технике (РКТ) УУКМ применяется в соплах, камерах сгорания и вкладышах критического сечения жидкостных ракетных двигателей (ЖРД). Однако, несмотря на упомянутые свойства УУКМ, быстрое окисление в кислородной среде при температурах выше 600°C не допускает его применения в высокотемпературных окислительных средах. Добавление в матрицу УУКМ керамической составляющей позволяет поднять рабочую температуру материала в окислительных средах до 1800 °С. Полученный класс материалов называется углерод-керамическим композиционным материалом (УККМ).

В углерод-керамических композитных материалах типа C-SiC в качестве керамической составляющей матрицы используется карбид кремния, осажденный путем химической инфильтрации из газовой фазы метилсилана [1].

При производстве УККМ C-SiC с карбидо-кремниевой матрицей, армированной углеродными волокнами, в качестве заготовки используется УУКМ-заготовка с организованной пористой структурой [2].

Как выявлено в нашей предыдущей работе [2], основными причинами появления крупных дефектов в УУКМ-заготовке являются факторы, воздействующие на заготовку при получении углепластика, такие как: неравномерное смачивание, неравномерная укладка слоев препрега в пакет заготовки, неполная пропрессовка углепластика.

Однако, существуют альтернативные методы получения углеродного каркаса, например плетение. Плетение – автоматический технологический процесс, сопровождающийся взаимодействием минимум трех нитей, которые натянутыми подаются в общую рабочую зону с перемещающихся в пространстве паковок (катушек). В процессе плетения нити, переплетаясь, вступают между собой во все более тесный контакт, в результате чего их взаимное положение постепенно стабилизируется. Полученная плетеная структура характеризуется тем, что каждая из образовавших ее нитей оплетки расположена наклонно к оси изделия и переплетена с остальными нитями.

В настоящее время машинный способ получения плетеных изделий очень популярен. Возможность выпускать более разнообразный ассортимент при увеличении основных экономических и эксплуатационных показателей обусловила преимущественное использование плетельных машин (рисунок 1) при производстве изделий вращения.

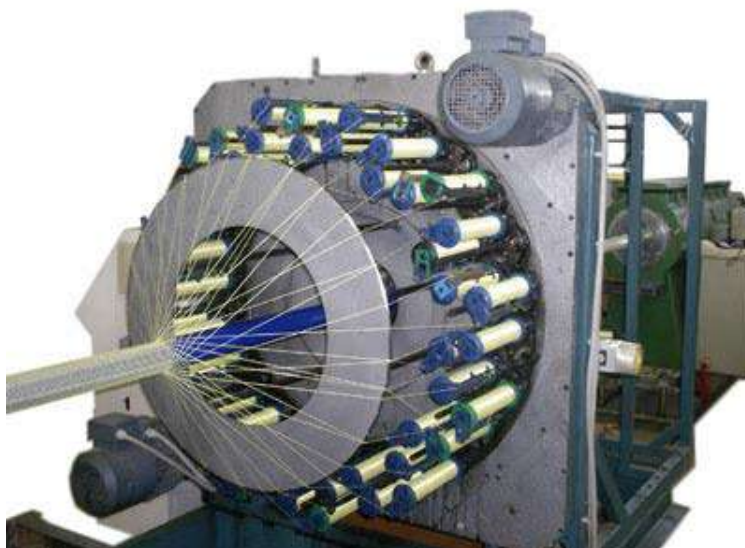


Рисунок 1 – Радиально-плетельная машина с крылаточно-шестеренчатым приводом

На плетельных машинах возможны два вида плетения: двухосевое плетение и трехосевое плетение со скелетными нитями (рисунок 2).

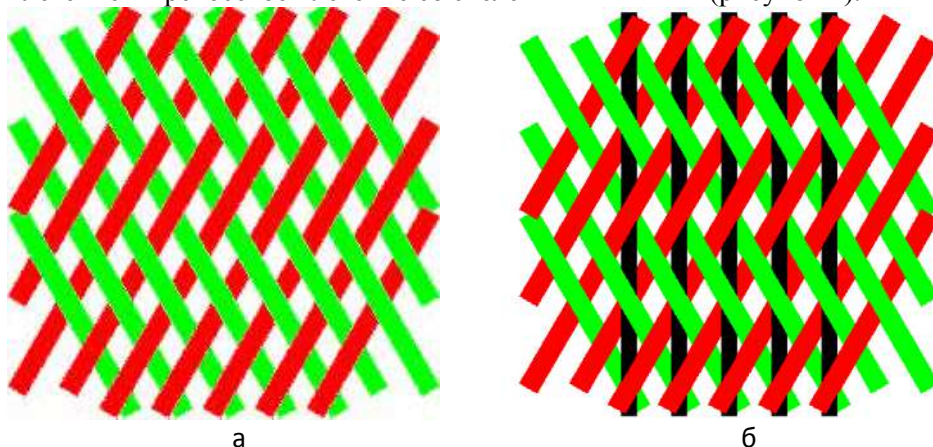


Рисунок 2 – Схемы плетения: а – двухосевое плетение; б – трехосевое плетение со скелетными нитями

Каждая из схем переплетения имеет свои особенности, так для двухосевого плетения характерна высокая драпируемость и эластичность в радиальном направлении, а для трехосевого плетения – стабильность формы и большие возможности по углам армирования.

Процесс контурного плетения на формообразующей оснастке подобен процессу плетения веревок, шнуров, канатов и т.д. Основные отличия заключаются в размерах плетельной машины, специальной её адаптации к углеродной или кварцевой нити, и наличии формообразующей оснастки на поверх-

ность которой укладываются (наплетаются) нити. При этом каждый слой непрерывен (не имеет разрезав, стыков и т.д.), форма слоя повторяет форму оснастки, все нити в слое находятся в распрямленном и натянутом состоянии. Распрямленное и натянутое состояние нитей в слое приводит к существенно повышению свойств композиционного материала (КМ) по сравнению со свойствами аналогичного КМ в плоском листе, изготовленном на основе тканей. Процесс плетения может быть полностью автоматизирован. Это приводит к увеличению скорости создания КМ и повышению повторяемости свойств КМ в партии.

По сравнению с КМ на основе ткано-выкладочных преформ КМ с цельными плетеными каркасами имеют однородные физико-механические и теплофизические свойства во всем объеме материала по уровню не уступающие свойствам плоских образцов. Это упрощает задачу проектирования изделий из таких КМ, повышает повторяемость свойств в партии изделий, формирует более надежную связь между прочностными расчетами и свойствами конечного изделия.

Изготовление заготовки КС методом контурного плетения производилось в ООО ВФ «Текс-Интер». На рисунке 3 представлена специализированная формообразующая оснастка для КС.



Рисунок 3 – Формообразующая оснастка для изготовления заготовки КС

Оплетение производилось по двухосевой схеме плетения, так как использование скелетных нитей нецелесообразно при изготовлении сопла со степенью расширения – 9,2. Процесс оплетения заготовки представлен на рисунке 4.



Рисунок 4 – Процесс создания углеродного каркаса КС

Толщина полученного углеродного каркаса (рисунок 5) – 5 мм, количество плетеных слоев – 44 шт., плотность каркаса $\sim 0,95 \text{ г/см}^3$.



Рисунок 5 – Углеродный каркас КС

Полученный таким образом углеродный каркас заведомо не имеет крупных несплошностей, неравномерная укладка также невозможна вследствие машинного производства. Далее из углеродного каркаса получают углепластиковую заготовку методом пропитки инфузией и автоклавного формования [3]. Пропитка инфузией жидкой матрицей позволяет организовать равномерное распределение связующего в заготовке, а автоклавное формование на данном типе каркаса позволяет избежать неполной пропрессовки пакета. Режим автоклавного формования полностью повторяет режим, указанный в [2]. Плотность полученной УП-заготовки $\sim 1,23 \text{ г/см}^3$, что аналогично ткановыкладочному методу получения.

Углепластиковая заготовка на основе плетеного каркаса и полимерной матрицы в дальнейшем проходит все стадии перевода в УУКМ (карбонизация, высокотемпературная обработка). Плотность УУКМ-заготовки также аналогична тканно-выкладочному методу и составляет $\sim 1,07 \text{ г/см}^3$, однако открытая пористость в плетеной заготовке составляет – 27,2%, против пористости тканно-выкладочной заготовки – 17,7%. Открытая пористость – основной критерий пористой структуры в УУКМ заготовке, обозначающий отношение объема открытых пор к общему объему заготовки, выраженный в процентах.

Повышение открытой пористости в УУКМ-заготовке почти на 10% означает получение более равномерной пористой структуры.

В дальнейшем УУКМ-заготовка проходит насыщение карбидом кремния с получением углерод-керамической матрицы. Насыщение карбидом кремния проводится до максимального снижения открытой пористости. Тканно-выкладочная заготовка, обладающая меньшей открытой пористостью, после насыщения обладала плотностью $\sim 1,51 \text{ г/см}^3$, открытой пористостью $\sim 4,5\%$ и содержала $\sim 31\%$ карбида кремния. В тоже время в плетеной заготовке КС было $\sim 45\%$ карбида кремния, плотность $\sim 1,83 \text{ г/см}^3$, открытая пористость $\sim 3\%$. Эти данные объясняются более равномерным распределением карбида кремния внутри заготовки, более глубоким его проникновением в заготовку, а также отсутствием эффекта «бутылочного горлышка» [2] характерного для газофазных процессов. В подтверждение была проведена рентгеновская томография плетеной УУКМ-заготовки КС (рисунок 6) и микроструктурное исследование (рисунок 7).

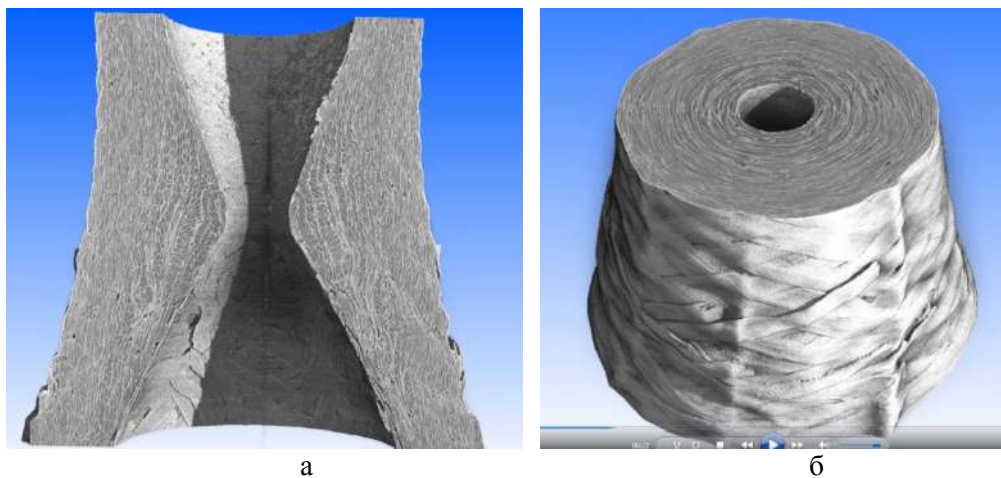


Рисунок 6 – Рентгеновская томограмма плетеной УУКМ-заготовки КС: а) в поперечном направлении, б) – в продольном

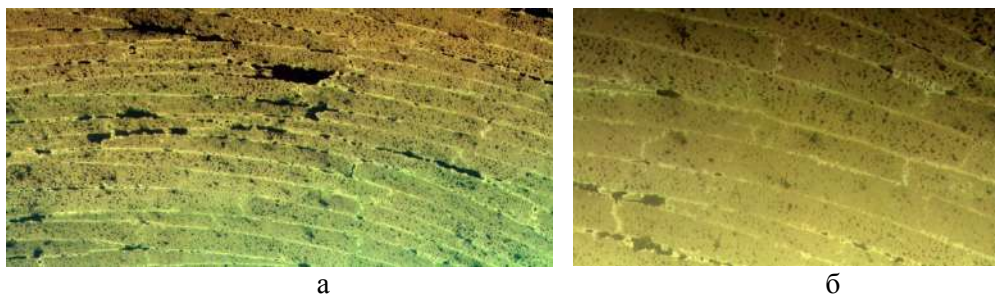


Рисунок 7 – Микроструктура УККМ-заготовки КС: а) увеличение 100х, б) увеличение 200х

Как видно из томограммы, заготовка не имеет несплошностей, закрытых пор и других дефектов, свойственных для тканно-выкладочного метода.

Таким образом, томограмма и снимки микроструктуры показывают равномерное распределение карбида кремния внутри заготовки при использовании метода контурного плетения, что позволяет сделать вывод о целесообразности использования метода контурного плетения для изготовления камеры сгорания жидкостного ракетного двигателя.

Литература

1. Тимофеев, А. Н., Богачев, Е. А., Габов, А. В., Абызов, А. М., Персин, М. И., Смирнов, Е. П. Способ получения композиционного материала. – Патент РФ №2130509, приоритет от 26.01.1998.
2. Разина, А. С. Выявление факторов, влияющих на порообразование получении УУКМ-заготовки на основе волокнистого каркаса и полимерного связующего для последующего уплотнения карбидом кремния – Молодежная школа-конференция «Функциональные наноматериалы и высокочистые вещества». – Суздаль. – 03.10.2014.
3. Кербер, М. Л., Виноградов, В. М., Головкин, Г. С. и др. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: учеб. пособие / М. Л. Кербер, В. М. Виноградов, Г. С. Головкин и др.: под ред. А. А. Берлина // СПб.: Профессия. – 2008 г.
4. Исаев, В. Г. О методическом подходе к оценке технического уровня агрегатов и систем космических ракетных комплексов // Информационно-технологический вестник. – № 2(04). – 2015.

УДК 678.686 + 678.643

Токопроводящие клеи. Механизмы проводимости

А.С. Шестаков, аспирант кафедры «Стандартизация и управление качеством продукции»,

В.И. Привалов, кандидат технических наук, доцент,
Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования Московской области
«Технологический университет», г. Королев, Московская область

Электрические и / или термически проводящие материалы, содержащие металлические частицы наполнителя и полимерной матрицы активно изучаются для замены паяных соединений, используемых для микроэлектроники. Наполненные Ag, Au, Ni эпоксидные материалы, первоначально разработанные для теплопроводности в штампованных платах, стали основой для создания токопроводящих клеев. Многие проблемы, такие как низкая электропроводность, низкая прочность соединения, повышенное контактное сопротивление при термоциклировании, и т.д. были решены, когда они стали рассматриваться для замены припоя. Для того чтобы преодолеть эти ограничения, были разработаны новые материалы, на основе токопроводящих частиц наполнителя с высокой проводимости и полимерных смол.

Токопроводящие клеи, механизм проводимости.

Conductive adhesives. Conduction mechanisms

A.S. Shestakov, graduate first year of the «Standardization and product quality control»,

V.I. Privalov, PhD, Associate Professor,
State Educational Institution of Higher Education
Moscow Region «University of technology», Korolev, Moscow region

Electrically and/or thermally conductive materials comprising metallic filler particles and polymer matrix are actively investigated for replacement of the solder interconnects used for microelectronic applications. Ag, Au, Ni-filled epoxy resin materials originally developed for thermal conduction in die attach applications have been candidates for this purpose. However, several limitations have been realized when they are considered for solder interconnect replacement, such as low electrical conductivity, low joint strength, increased contact resistance upon thermal cycling, etc. In order to overcome these limitations, a new formulation has been developed based on alternative high conductivity filler particles and tailored polymer resins.

Conductive adhesives. The mechanism of conductivity.

Введение

Интегральные схемы являются важными частями современных электронных устройств. Тем не менее, они не могут представлять собой целую плату, если не интегрированы с различными функциональными компонентами на системной плате. Эргономичное распределение компонентов схемы играет важную роль в размерах и функциональности изделия. Соединения интегральных микросхем может осуществляться точечной пайкой или с помощью токопроводящего клея. Токопроводящий клей применяются, для обеспечения таких функций как: передача электрического тока, как теплоотводящий материал, и служить для защиты компонентов. Токопроводящий клей должен удовлетворять требования микроэлектроники, такие как: адгезию к склеиваемым материалам, проводимость и другие эксплуатационные свойства. Удлинение, амортизация, влагостойкость, химическая стойкость, теплоустойчивость, теплопроводность, радиационную стойкость, все столь необходимые свойства, особенно важные в изделиях космической техники и инновационных задачах.

Токопроводящие клеи находят все большее применение при замене пайки, поскольку имеют ряд преимуществ:

1. Низкая температура обработки.

В отличие от Sn / Pb (припоя), который требует температур обработки более 220 °С,

токопроводящий клей может быть отвержен при температурах ниже 150 °С. Это особенно важно для гибких плат, субстраты например, в смарт-картах, не могут переносить высокие температуры.

2. Малый печатный шаг.

Предельный размер шага для обычного припоя от 15 до 20 мм², а для токопроводящего клея при трафаретной печати от 1 мм²

3. Применение очистителей для поверхностей припоя.

Зачастую после применения припоя необходимо очистить его поверхность от флюса и окислившегося слоя, процесс очистки кислотой может так же повредить элементы микросхемы, при применении токопроводящего клея такая очистка не требуется.

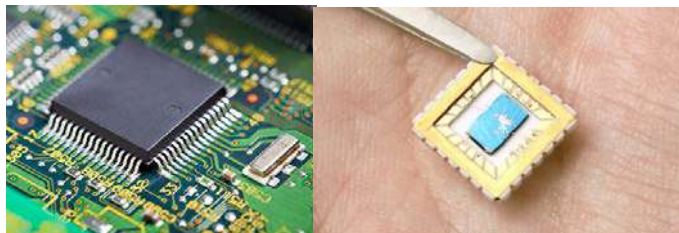


Рисунок 1 – Расположение интегральной схемы на плате и микросборка

4. Гибкость, эластичность токопроводящего клея.

Эластичность токопроводящего клея способна нивелировать коэффициент линейного теплового расширения (КЛТР) в сравнении с припоем, что положительно скажется на количестве склеиваемых разнородных материалов,

а так же увеличение надежности и работоспособности при термоциклировании (работоспособность изделия при температурах ± 150 °C).

Токопроводящий клей в основном состоит из полимерного связующего и проводящих наполнителей (Ni, Ag, Au). Эти электропроводящие наполнители подбираются в зависимости от поставленных задач, свойства клея сильно зависят от выбора наполнителя, размера, формы и количества частиц в полимерной матрице. Главное требование к токопроводящему клею является высокая электропроводность и механическая прочность. Чтобы решить эту проблему, использование серебра в качестве основного наполнителя и эпоксидной смолы в качестве полимерной матрицы, такое сочетание является эффективным для решения большинства задач. Решить проблему недостаточной проводимости не возможно только за счет увеличения концентрации токопроводящего наполнителя полимерной основе. Физические свойства, такие как адгезия, модуль, и ударная прочность также страдают из-за высокой концентрации наполнителя. Таким образом, очень важно определить минимальное количество серебра для придания клею проводящих свойств. Термин «порог протекания» относится к минимальному объему наполнению, необходимого для инициирования проводимости. Проводятся разнообразные исследования, чтобы определить порог перколяции.

В 1950-х был впервые запатентован клей содержащий токопроводящий наполнитель, который обладал электропроводящими свойствами. В настоящее время ЭКА широко используются и являются жизненно важными в сборке электронных устройств. ТК используются при изготовлении, микросборок, гибких схем, плоских дисплеев, а также множество других новых в том числе оптоэлектроники; высокоскоростных, высокочастотные схем; датчиков; и смарт-карты. Их низкая стоимость, простота применения, и низкие температуры отверждения, способствуют замене многих традиционных соединительных материалов, таких как припой, эвтектические сплавы и проводов, особенно для большинства коммерческой и потребительской электроники.

Как правило, ТК синтезируются в виде пасты и могут быть классифицированы на два типа: один компонент ОТК и двухкомпонентные ДТК. Однокомпонентный ТК так же состоит из полимера и токопроводящего наполнителя, но включают в себя латентный отвердитель, вступающий в реакцию при повышенных температурах. Двухкомпонентный ТК состоит из смолы и отвердителя, в отдельности; перед использованием, эти две части взвешивают и смешивают в соответствии с рецептурой.

2.1.1 изотропные проводящие клеи (ИТК)

Изотропные проводящие клеи, которые проводят ток одинаково во всех направлениях являются наиболее распространенными и широко используется в промышленности. Они также называют «полимерный припой».

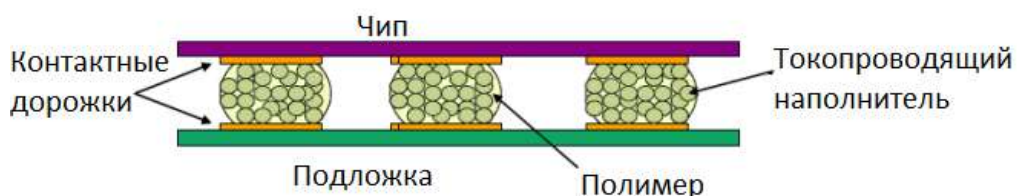


Рисунок 2 – Применение токопроводящего клея для соединения компонента с подложкой

Различные полимеры, используемые в качестве связующих для ТК, сложные полиэфиры, уретаны, полиамиды, фенольные, акриловые и эпоксидные смолы. Эпоксидные явно доминируют и, скорее всего, сохраняют первенство из-за их баланса функциональных свойств, широкой доступности, умеренной стоимости и относительно безопасного использования. ТК, как правило, заполнены с 1-10 μm серебряными чешуйками и может иметь наполнитель объемом от 30% до 90% от общего объема. Проводящие наполнители обеспечивают электропроводность через контакт между проводящими частицами. ТК выполнять двойные функции: электрическое соединение и механическое соединение. В частности, Электрическое соединение обеспечивает проводящий наполнитель, и механическая прочность обеспечивается полимерной матрицей, в основном, на основе эпоксидной смолы. Чрезмерное наполнение ухудшает механические свойства клея. Задача в разработке ТК заключается в достижении максимально возможной электрической проводимости, не влияющей на механические свойства. ТК, как правило, имеют низкую электрическую проводимость, прежде чем отверждение не поспособствует усадке материала, сближению частиц и соответственно появлению электрического контакта.

Серебряные порошки производятся трех основных методов: химического осаждения, электролитического осаждения, и распыления. Большинство серебряных хлопьев в сегодняшнем рынке производятся путем химического осаждения. Химически осажденные порошки серебра, как правило, получают путем восстановления нитрата серебра, в щелочной среде, с восстанавливающими агентами, такими как сахара, альдегиды, гидразин, и многие другие. Этот метод обычно дает порошки с индивидуальными частицами в диапазоне от 0,5 до 10 мкм. Серебряные порошки очень податливы, имеют чистые поверхности. Чтобы сохранить их индивидуальный характер, агломерации следует избегать. Обычно жирные кислоты, такие как стеариновая, олеиновая и пальмитиновая кислоты служат этой цели. Поэтому традиционно, серебро хлопья покрыты мономолекулярным слоем смазки, чтобы предотвратить агломерацию хлопьев, улучшить диспергируемость, и вычислить соответствующую реологию к системе эпоксидной смолы. Тем не менее, взаимодействие между ПАВ и поверхностью серебра неизбежно влияет на электрическую проводимость ТК. показали, что смазка имеет сильные взаимодействия с поверхности серебра и меняет морфологию от сферической формы к хлопьям.

Рисунок 3 показывает влияние смазки на морфологию частиц серебра. исследование термического воздействия, показали, что невозможно, удалить все неиспользованную смазку с поверхности серебра.

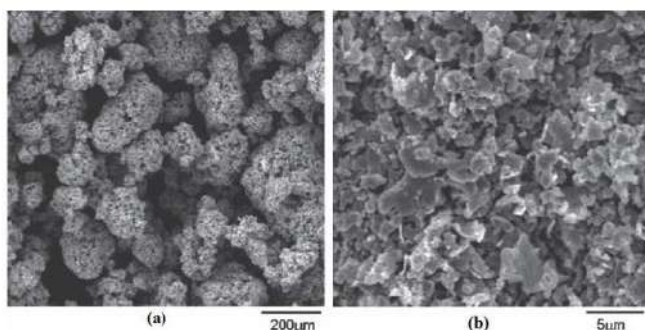


Рисунок 3 – Морфология частиц серебра (а) без поверхностно-активного вещества, (б) с поверхностно-активным веществом

Органический слой ПАВ на поверхности серебра, как правило, изолятор, который влияет на электрические проводимость. Таким образом, проводимость может быть повышена, если ПАВ будет удален во время отверждения ТК. Как правило, можно сказать, что тонкий слой смазки на серебро поверхности необходим, чтобы предотвратить агломерацию; Однако, в равной степени и важно удалить или заменить слой ПАВ для улучшения его электропроводности. Некоторые химические вещества, такие как кислоты с короткой цепью могут служить этой цели.

Как правило, электропроводность клея зависит от направления, в котором измеряется проводимость. Часто применяются тонкие пленки показывающие изотропный характеристики за счет усилий сдвига, которые возникают в процессе применения. Это, как правило, положительно сказывается на выравнивании частиц наполнителя и создаёт большую проводимость в направлении приложения усилия. Однако, некоторые клеи требуют направленной проводимости. Например, существуют чувствительные к давлению клейкие ленты, в некоторых случаях может потребоваться проводимости в оси Z, X или Y. Существует несколько способов ориентирования частиц наполнителя в нужном направлении. Новые анизотропные проводящей пленки были разработаны с выстраиваемыми проводящими частицами.

Теплопроводность.

Многие современные электронные изделия миниатюрны. Отвод тепла стал важным направлением развития токо-теплопроводных клеев обеспечивающих возможность передачи тепла от чувствительных электронных компонентов. Большинство не модифицированных полимерных смол имеют очень низкую теплопроводность. Существуют множество практических задач, где требуется высокий уровень теплопроводности. Например, силовые электронные устройства и другие теплогенерирующие компоненты крепятся к радиаторам и другим источникам тепла, а зачастую сами являются источниками тепла. Металлические порошки для наполнения клеев, такие же, как те, что

применяются для токопроводящих клеев, способны проводить тепло и электричество. В ряде задач, стоит отметить, требуется только отвод тепла, но не электропроводность.

Понятие контактного сопротивления.

Сопротивление контакта является самой важной и универсальной характеристикой токопроводящего клея и всегда учитывать как неотъемлемой часть общего сопротивления цепи. Хотя, оно значительно меньше, по сравнению с общим сопротивлением цепи, изменения контактного сопротивления может привести к значительным нарушениям в работе устройства. Бесперебойное прохождение электрического тока через поверхности контакта может быть получено, если обеспечен хороший контакт частиц наполнителя к частице и наполнителя к подложке. Процессы, происходящие в местах контакта сложны и не полностью поняты современной наукой. Основные явления в этом отношении включают в себя изменения контактного сопротивления с нагрузкой, температурой и параметрами, связанными с наполнителями такие как слои покрытия, формы, размера и т.д. Хорошо известно, что реальные поверхности наполнителей не являются плоскими, и представляют собой зачастую развитую, шероховатую поверхность. При замыкании цепи между двумя металлами, шероховатости поверхности проникают в поверхностный слой частиц наполнителя создавая локализованный контакт и, так образуется проводящие дорожки. Электрические свойства токопроводящего клея сильно зависят от приложенной силы и изменения площади контакта. В общем и целом, электрическое сопротивление клея представляет собой сочетание внутренних сопротивлений частиц наполнителя и контактного сопротивления. Кроме того, контактное сопротивление состоит из сопротивления сужения и сопротивления туннельного эффекта. При сужении сопротивления, как следствие ток, протекает через проводящее пятно.

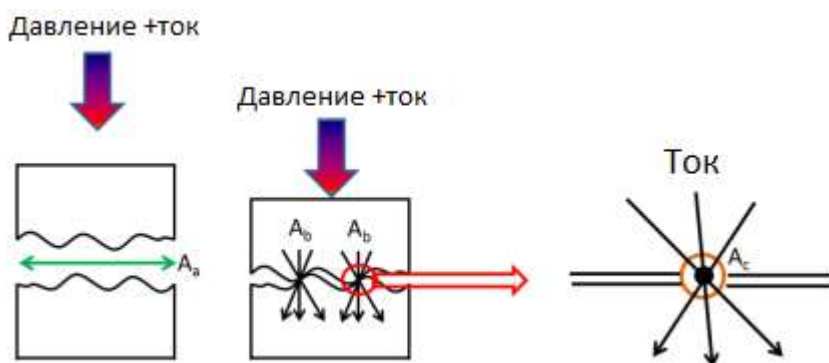


Рисунок 4 – Схема механизма сопротивления сужения

Туннельное сопротивление появляется, когда две или более частиц наполнителя в пределах «туннелирования» или совокупная толщина их поверхностного слоя в пределах туннелирования электронов. В туннелирование электроны движутся из одной частицы к другой, где они могут проникать в

поверхностный слой наполнителя. Этот процесс проникновения в потенциальный барьер на электронной проводимости называется туннельным эффектом. Он явление чрезвычайно чувствительно к толщине пленки и силы, приложенной на него. Для того, чтобы получить стабильное контактное сопротивление, используют электропроводящие частиц, которые имеют острые края в составах токопроводящего клея. Частицы, называемые как «оксидно проникающий наполнитель» должны быть проводом через слой оксида. Это возможно за счет использования полимерных связующих с высокой усадкой при отверждении.

Выводы

Токопроводящие клеи привлекли много внимания как экологически чистое решение для бессвинцовых соединений, поскольку они предлагают много преимуществ перед традиционной технологией пайки.

Эти преимущества включают в себя

- (1) экологичность;
- (2) более низкая температура обработки (обычно 150 °С или ниже) расширение области применения за счет чувствительных к температуре и низкой стоимости компонентов и подложек;
- (3) меньшее количество этапов обработки, снижение стоимости обработки;
- (4) низкое напряжение на подложке;
- (5) гибкость и растяжимость, эластичность соединения;
- (6) уменьшение стоимости

Существуют несколько способов решения известных задач:

1) С большим электрическим сопротивлением помогут справиться токопроводящие наполнители, состоящие из частиц подобранных по размеру и форме. Покрытые ПАВ способствующим легкому смачиванию частицы и их ориентации в полимере.

2) Прочностные характеристики будут улучшены за счет клеевых композиций без применения растворителя и эпоксидных смол без хлора. Так же будут разработаны новые латентные отвердители с малой температурой активации.

Литература

1. Бобылев, В. А. Специальные эпоксидные смолы для клеев и герметиков / В. А. Бобылев // Клеи. Герметики. Технологии. – 2005. – № 5. – С.8-11.
2. Гимпельсон, В. Д. Тонкопленочные микросхемы для приборостроения и вычислительной техники.
3. Корицкий, Ю. В. Справочник по электротехническим материалам Том 3.
4. Липатов, Ю. С. Физическая химия наполненных полимеров / Ю. С. Липатов //М.: Химия. – 1974. – 304.
5. Прахова, М. Ю. Электротехнические материалы.