

**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОТКРЫТЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ**

27/59/2

Одобрено кафедрой
«Бухучет и экономическая
информатика»

Утверждено
деканом факультета
«Экономический»

**НАДЕЖНОСТЬ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ
ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

Рабочая программа
и задания на контрольную работу
с методическими указаниями
для студентов V курса

специальности
**080801 ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА (В ЭКОНОМИКЕ)
(ЭИ)**



Москва – 2006

Программа составлена в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования. Специальность 080801 «Прикладная информатика (в экономике)».

Составитель – канд. техн. наук, доц. Бородина И.М.

Рецензент – канд. экон. наук, доц. Экажев М.А.

НАДЕЖНОСТЬ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ
ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Рабочая программа
и задания на контрольную работу
с методическими указаниями

Редактор *Г.В. Тимченко*
Компьютерная верстка *Г.Д. Волкова*

Тип.зак.	Изд.зак. 215	Тираж 200
Подписано в печать 17.05.06	Гарнитура Newton	Формат 60 × 90 ¹ / ₁₆
Усл.печ.л. 1,25		

Издательский центр РГОТУПС,
125993, Москва, Часовая ул., 22/2

125993, Москва, Часовая ул., 22/2
Участок оперативной печати

© Российский государственный открытый технический университет путей сообщения, 2006

1. ЦЕЛЬ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков обеспечения надежности функционирования автоматизированных информационных систем. Курс основывается на знаниях, полученных при изучении таких дисциплин, как системный анализ, статистика, проектирование автоматизированных информационных систем в экономике.

2. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Задачей изучения дисциплины является реализация требований установленных в квалификационной характеристике на специалистов по специальности 351400 «Прикладная информатика (в экономике)» в области разработки надежных систем обработки информации. В результате изучения дисциплины, студент обязан:

2.1. *Знать и уметь* формировать системное и проблемное программное обеспечение с заданным уровнем надежности, эффективно применять организационные средства и методы обеспечения надежности, а так же использовать распространенные модели оценки надежности в процессе разработки АЭИС.

2.2. *Владеть:*

- методами прогнозирования надежности;
- методами оценки основных показателей и надежности в зависимости от совокупных затрат на оперативный контроль и восстановление;
- методами повышения надежности в процессе отладки и внедрения систем.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего часов	Курс V
Общая трудоемкость дисциплины	Из учебного плана	
Аудиторные занятия:	204	
Лекции	16	
Практические занятия	12	
Самостоятельная работа	161	
Контрольная работа	15	Одна
Вид итогового контроля		Дифференцированный зачет

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Лекции, ч	Практические занятия, ч
1	Основные концепции надежности и эффективности автоматизированных экономических систем (АЭС)	4	2
2	Технологические методы и средства обеспечения надежности автоматизированных экономических информационных систем	8	8
3	Организационные методы и средства обеспечения надежности	4	2

4.2. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1

Основные концепции надежности и эффективности АЭС

2.2. Основные определения и понятия

Основные понятия теории надежности. Основные функции распределения вероятностей случайных величин, используемых в теории надежности. Законы распределения времени

безотказной работы. Надежность систем взаимосвязанных элементов. Марковские процессы в теории надежности. Особенности применения теории надежности при исследовании автоматизированных экономических информационных систем (АЭИС). Значение эффективности и надежности автоматизированных экономических систем. [6.1.1, гл.1, 2; 6.1.2. гл.11]

2.3. Эффективность и надежность

Традиционные методы оценки эффективности. Взаимосвязь показателей эффективности и надежности. Оптимизация надежности АЭИС. Технический, информационный программный, аспекты надежности АЭИС. Методы оценки стоимости разработки. [6.1.4, гл.4; 6.2.4]

2.4. Техническая составляющая надежности АЭИС

Специфика технической составляющей надежности. Основные направления повышения надежности комплекса технических средств (элементная надежность). Аналитические методы оценки элементной надежности. Анализ надежности сетевых структур. [6.1.1, гл.3; 6.1.2, гл.2, 3]

2.5. Информационная составляющая надежности

Качество информации и методология ее оценки. Классификация и анализ ошибок в экономической информации. Достоверность обработки информации. Оценка достоверности результатной информации. Понятия информационной избыточности. [6.1.4, гл.4]

2.6. Надежность программного обеспечения

Специфика программного обеспечения (ПО) как объекта исследования надежности. Моделирование и оценка надежности ПО. Источник ошибок ПО. Классификация программных ошибок. Тестирование, отладка. Диагностика сложного программного комплекса. [6.1.1, гл. 2]

Раздел 2

Технические методы и средства обеспечения надежности АЭИС

2.1. Обеспечение надежности на начальном этапе проектирования

Формулировка требований к системе, описание целей,

формирование внешней спецификации проекта, концептуальная схема. [6.1.4, гл.5]

2.2. Обеспечение надежности при внешнем проектировании

Задачи обеспечения надежности на всех этапах жизненного цикла системы. Архитектура системы, структура информационного, технического, программного обеспечения. [6.1.4, гл.6]

2.3. Обеспечение надежности при разработке программных средств

Задачи обеспечения надежности. Проектирование составляющих ПО. Методы оценки функционирования надежности системы. Обеспечение надежности ПО в процессе функционального тестирования. [6.1.4, гл.7]

Раздел 3

Организационные методы и средства обеспечения надежности

3.1. Обеспечение надежности при документировании разработки

Цели документирования, структура документации, корректировка документации. [6.1.4, гл.10; 6.1.3, 6.2.4]

3.2. Моделирование и оценка надежности

Планирование ресурсов разработки. Модели, базирующиеся на теории надежности элементной и функциональной надежности. Избыточность системы. Виды избыточности в условиях функционирования многофункциональных АЭС. Эргономическая составляющая надежности. Влияние уровня подготовки специалистов на надежность и эффективность систем. [6.1.3; 6.1.4, гл.12]

3.3. Адаптивность АЭС

Определение понятия адаптивности. Классификация адаптивных свойств. Настраиваемость на структуру и ресурсы системы. Настраиваемость на предметную область. [6.1.2, гл.10]

4.4. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

(Не предусмотрен)

4.5. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

№ п/п	№ раздела	Наименование практических занятий
1	Раздел 1	Определение надежности элементной и функциональной. Количественная оценка надежности АЭИС. Коэффициент функциональной готовности. Классификация факторов, определяющих надежность системы
2	Раздел 2	Функциональное тестирование. Оценка надежности программной составляющей АЭИС. Методы получения корректного программного обеспечения
3	Раздел 3	Эффективные методы диагностирования и тестирования систем. Организация и обеспечение надежности функционирования АЭИС

5. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Для закрепления знаний студенты выполняют контрольную работу. Целью ее является изучение элементов теории надежности и эффективности систем обработки данных, методов обеспечения надежности программного обеспечения. Задание на контрольную работу состоит из двух частей. В первой части необходимо дать ответ на теоретические вопросы. Во второй части необходимо построить оптимальную схему проверки работоспособности сложного программного комплекса. Объем контрольной работы должен быть не менее 10-15 страниц А4.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Горелик А.В., Ермакова О.П. Надежность информационных систем. Основы надежности устройств ЖАТС. Курс лекций – М.: РГОТУПС, 2003.

2. Черкесов Т.Н. Надежность аппаратно-программных комплексов. Уч.пос. – СПб.: Питер, 2005

3. ГОСТ 28195-89. Оценка качества программных средств. Общие положения. — М.: Издательство стандартов, 1989.

4. Ш у р а к о в В. В. Надежность программного обеспечения систем обработки данных. — М.: Финансы и статистика, 1987.

Дополнительная

1. Г о л и н к е в и ч Т. А. Прикладная теория надежности: Уч.пос. — М.: Высшая школа, 1985.

2. Л и п а е в В. В. Качество программного обеспечения. — М.: Финансы и статистика, 1993.

3. М а й е р с Г. Надежность программного обеспечения. — М.: Мир, 1980.

4. ГОСТ 14.005-75 Методы расчета экономической эффективности. — М.: Издательство стандартов, 1975.

ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Для закрепления знаний, полученных в процессе изучения дисциплины студенты должны самостоятельно выполнить предлагаемую контрольную работу. Целью ее является изучение элементов теории надежности и эффективности систем обработки данных, надежности технических средств и программного обеспечения, методов обеспечения надежности программного обеспечения в процессе обработки данных, методов повышения надежности.

Контрольную работу следует выполнять в отдельной тетради. На обложке тетради указать название дисциплины, факультет, курс, фамилию, инициалы, учебный шифр студента, в правом нижнем углу — домашний адрес.

Работа должна быть написана аккуратно, разборчивым почерком, без сокращения слов. Готовую контрольную работу следует подписать, указать дату и выслать в институт в сроки, установленные учебным планом.

Контрольная работа, в которой не соблюдены указанные выше требования, а также работа, выполненная не по варианту, не зачитываются.

Задание на контрольную работу состоит из двух частей. В первой части необходимо дать ответ на теоретические вопросы, используя приведенную в конце задания литературу. Первый вопрос является общим для всех вариантов.

Второй вопрос первой части контрольной работы определяется по табл. 1, первой букве фамилии студента и последней цифре его учебного шифра.

Во второй части контрольной работы необходимо решить задачу. Варианты задач определяются по табл. 2.

ЧАСТЬ 1

1. Определение надежности программного обеспечения. Показатели надежности.

2. Варианты вопросов (см. табл. 1).

Таблица 1

Первая буква фамилии студента	Последняя цифра учебного шифра	Задание
1	2	3
А, Б, В, Г	0, 1, 2, 3, 4	Основные задачи проектирования программного обеспечения с данным уровнем надежности
	5, 6, 7, 8, 9	Характеристика основных факторов, определяющих надежность программного обеспечения
	0, 1, 2, 3, 4	Характеристика квалификационной схемы ошибок
Д, Е, Ж, З	5, 6, 7, 8, 9	Характеристика методов оценки стоимости разработки программного обеспечения при заданном уровне надежности
	0, 1, 2, 3, 4	Характеристика задачи обеспечения надежности на начальном этапе проектирования программного обеспечения
И, К, Л, М	5, 6, 7, 8, 9	Характеристика задачи обеспечения надежности на этапе внешнего проектирования
	0, 1, 2, 3, 4	Характеристика основных задач технологии отладки и тестирования. Основные принципы тестирования модулей

1	2	3
Н, О, П, Р	5, 6, 7, 8, 9	Характеристика основных компонент системных тестов. Дели и принципы управления системным тестированием
	0, 1, 2, 3, 4	Характеристика основных задач моделирования и оценка надежности программного обеспечения
С, Т, У, Ф	5, 6, 7, 8, 9	Характеристика основных моделей надежности программного обеспечения
	0, 1, 2, 3, 4	Характеристика основных задач применения статистических методов моделирования при оценке надежности программного обеспечения
Х, Ц, Ч	5, 6, 7, 8, 9	Характеристика основных задач имитационного моделирования надежности программного обеспечения
	0, 1, 2, 3, 4	Задачи повышения надежности систем обработки данных в условиях использования системы автоматизации проектирования
Ш, Щ, Э, Ю, Я	5, 6, 7, 8, 9	Характеристика основных задач обеспечения надежности многофункциональных систем

ЧАСТЬ 2

Задача. Построить схему проверки работоспособности программного комплекса, структура которого представлена в табл. 2.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Основные понятия комплексов программ базируются на понятиях теории надежности, первоначально развившихся для аппаратурных комплексов. При этом фундаментальным является понятие надежности как свойства объекта выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей в заданных пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования, технического обслуживания, ремонта, хранения, транспортирования.

Для количественной оценки надежности применяется ряд показателей, выбор и приоритет которых зависят от конкретного типа в области применения объекта или системы. В

Таблица 2

Вариант (последняя цифра учебного шифра)										
0										

основе этих характеристик лежат понятия о возможных состояниях системы: работоспособном и неработоспособном.

Работоспособным называется такое состояние объекта, при котором он выполняет заданные функции с параметрами, установленными требованиями технической документации. В процессе функционирования возможен переход из работоспособного состояния в неработоспособное и обратно. С ими переходами связаны события отказа и восстановления. *Отказ* — это событие, заключающееся в нарушении работоспособности. *Восстановление* — событие, заключающееся в переходе системы из неработоспособного состояния в работоспособное в результате устранения отказа.

Основная цель контроля работоспособности состоит в своевременном выявлении фактов отказов или сбоев, в накоплении и обобщении данных, характеризующих работоспособность системы. Кроме контроля работоспособности применяется диагностический контроль, основное назначение которого состоит в локализации отказа, установлении его характера и причины. Диагностический контроль может способствовать установлению степени работоспособности системы, однако его основная цель заключается в обеспечении скорейшего восстановления.

Вероятностью безотказной работы называется вероятность того, что при заданных условиях эксплуатации в течение интервала времени t возникнет отказ.

Соответственно вероятностью отказа является вероятность того, что в течение заданного времени произойдет хотя бы один отказ.

Интегральным критерием является интенсивность отказов $\lambda(t)$, которая характеризует плотность распределения наработки до первого отказа

$$\lambda_t = \frac{d \ln(P_r(t))}{dt} \cdot t > 0.$$

Объединение характеристик отказов и восстановления производится в критерии коэффициента готовности.

Этот показатель характеризует вероятность застать в за-

данный момент времени восстанавливаемую систему в работоспособном состоянии. Исходя из рассмотренных выше основных понятий, основными задачами теории надежности программного обеспечения являются:

- формирование основных понятий при исследовании показателей параметров надежности систем обработки данных;
- выявление и исследование основных факторов, определяющих характеристики корректности, надежности сложных программных комплексов;
- разработка и исследование методов проектирования и структурного построения комплексов программ, способствующих повышению надежности их функционирования;
- разработка эффективных методов диагностирования и тестирования программных комплексов;
- исследование методов и средств контроля и защиты от искажений вычислительного процесса и данных путем ввода различных видов избыточности, обеспечивающих повышение надежности систем;
- разработка методов прогнозирования характеристик надежности систем и создание комплексов программ с заданной надежностью функционирования, а также средств защиты от сбоев и отказов с учетом важности решаемых системных задач.

Одним из основных понятий является понятие корректности программ.

Совокупная корректность сложных комплексов программ определяется многими факторами и состоит из следующих компонентов:

- корректность текстов программ;
- корректность программных модулей (структурная и функциональная); корректность данных;
- корректность межмодульных связей.

Одним из основных методов получения корректных программ является отладка. Важнейшей частью отладки является тестирование, состоящее в проверке корректности функционирования программ при конкретных исходных данных-тестах. Тест включает наборы данных, которые подаются на вход или в некоторую промежуточную точку программы, и со-

ответствующие им наборы эталонных выходных результатов. Наиболее трудоемкими в общей технологии тестирования является контроль структуры сложных программ комплексов. При этом возникают две задачи: формирование критериев выделения маршрутов для тестирования и выбор стратегии упорядочения выделенных маршрутов.

Критерий выделения маршрутов для тестирования соответствует критериям определения структурной сложности программных модулей. В основном используются три критерия выделения маршрутов в структурной графе программы:

- критерий покрытия графа программы минимальным количеством маршрутов, охватывающим дугу графа хотя бы раз;
- критерий выделения линейно-независимых маршрутов;
- критерий выделения базовых лимитно-независимых маршрутов при всех возможных комбинациях дуг, входящих в маршруты.

Стратегия упорядочения маршрутов базируется на использовании трех характеристик программных модулей:

- числа команд в выделенных маршрутах или расчетной длительности их реализации;
- числа альтернатив или условных переходов, определяющих образование каждого маршрута;
- вероятности исполнения маршрутов при реальном функционировании программ. Состояние программного комплекса перед проверкой можно охарактеризовать энтропией

$$H(N) = \sum_{i=1}^N P_i \log_2 P_i,$$

где N — число блоков;

P_i — вероятность отказа i -го блока.

Количество информации, которое несет проверка каждого блока, есть разность между энтропией до и после проверки:

$$J_i = H(N) - H(I, N),$$

где $H(I, N)$ — условная средняя энтропия после определения состояния первого блока.

Так как проверяемый блок может находиться в одном из двух состояний: работоспособном и неработоспособном, то

$$H(1, N) = P_1 H_1(N) - P_1 H_1(N),$$

где P_1 — вероятность отказа первого проверяемого блока;
 $H_1(N)$ — энтропия системы при отказе первого проверяемого блока;

P_1 — вероятность работоспособного состояния первого проверяемого блока;

$H_1(N)$ — энтропия системы при работоспособном состоянии первого проверяемого блока.

Для расчета количества информации, которое несет проверка каждого блока, принято предварительно строить таблицы неисправностей, имеющие N строк и N столбцов (по числу блоков).

Порядок заполнения таблицы. На пересечении i -го столбца и i -й строки ставится 0, который обозначает неработоспособное состояние i -го блока. Далее на пересечении j -го столбца с i -й строкой ставится 0, если j -й блок может вызвать неработоспособное состояние i -го блока, и 1, если состояние j -го блока не влияет на состояние i -го блока. Расчет количества информации J , которое несет проверка i -го блока, определяется по формуле:

$$J_i = \log_2 N - \frac{m}{N} \log_2 m - \frac{N-m}{N} \log_2 1,$$

где m — число нулей в строке, соответствующей проверяемому блоку.

Итак, для построения оптимальной схемы проверки комплекса программ необходимо выполнить следующее: построить таблицу неисправности и по вышеприведенной формуле определить количество информации, которое несет проверка каждого блока, выполнить проверку (тестирование) того блока, проверка которого имеет максимальное значение J .

Для повышения надежности функционирования комплексов программ и защиты вычислительного процесса и всей ин-

формации используются методы программной, информационной и временной избыточности. Основная задача ввода избыточности состоит в ограничении или исключении возможности аварийных последствий от возмущений, соответствующих отказу системы. Временная избыточность состоит в использовании некоторой части производительности ЭВМ для контроля исполнения программ и восстановления вычислительного процесса. Величина временной избыточности зависит от требований к надежности функционирования системы управления и находится в пределах 5–10% от производительности однопроцессорной ЭВМ. Информационная избыточность состоит в 2- и 3-кратном дублировании накопленных исходных данных и промежуточных данных с соответствующей дисциплиной контроля сохранности и периодическим обновлением.

Программная избыточность используется для контроля и обеспечения достоверности наиболее важных решений по управлению и обработке информации. Она заключается в применении нескольких вариантов программ, различающихся методами решения или программной реализацией одного и того же метода. Тем самым появляется возможность сопоставить результаты обработки одинаковых исходных данных разными программами.

Эффективность использования избыточности для повышения надежности функционирования программ определяется затратами на контрольно-восстановительные операции, изменением показателей надежности в зависимости затрат и связью этих изменений с отлаженностью программ. В результате для оценки эффективности введения избыточности в программе необходимо:

- определить совокупные затраты на контроль, на работу при необнаруженном искажении и на восстановление, обеспечивающее заданную вероятность обнаружения отказовой ситуации;
- найти основные показатели надежности в зависимости от совокупных затрат на оперативный контроль и восстановление;
- оптимизировать суммарные затраты на отладку программ и рассчитать оптимальную длительность отладки.