



Министерство образования Российской Федерации
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета: ТЭ
_____ Кузнецов Г.В.
« ___ » _____ 2009 года

ДИАГНОСТИКА И НАДЕЖНОСТЬ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

Рабочая программа для направления 220300 – Автоматизированные
технологии и производства технологических процессов и производств
(в теплоэнергетике)

Факультет Теплоэнергетический
Обеспечивающая кафедра Автоматизация теплоэнергетических процессов
Курс четвертый
Семестр седьмой
Учебный план набора 2005 года с изменениями _____ года

Распределение учебного времени

Лекции	48	часа (ауд.)
Лабораторные работы	16	часов (ауд.)
Всего аудиторных занятий	64	часов
Самостоятельная (внеаудиторная) работа	32	часов
Общая трудоемкость	96	часов

Экзамен в седьмом семестре

2009



Предисловие

1. Рабочая программа составлена на основе ГОС по направлению 220300 – Автоматизированные технологии и производства для специальности 220301 – Автоматизация технологических процессов и производств (в теплоэнергетике), утвержденного Министерством Образования Российской Федерации 28.02.2001 г., регистрационный номер 514 тех/дс.

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании обеспечивающей кафедры АТП
« ____ » _____ 2009 года, протокол № _____.

2. Разработчик

доцент кафедры АТП _____

Е.А. Маслов

3. Зав. обеспечивающей кафедрой АТП _____

В. С. Андык

4. Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом, выпускающей кафедрой специальности; СООТВЕТСТВУЕТ действующему учебному плану.

5. Зав. выпускающей кафедрой АТП _____

В. С. Андык



Аннотация

Данная рабочая программа (РП) определяет объем, содержание, порядок изучения и преподавания дисциплины “Надежность и диагностика автоматизированных систем”. Составлена на основе Государственного образовательного стандарта и профессиональной образовательной программы ТПУ по специальности 220301 – Автоматизация технологических процессов и производств (в теплоэнергетике). Структура, содержание и оформление программы соответствует стандарту Томского политехнического университета СТП ТПУ 2.4.01-09. “Система образовательных стандартов. Рабочая программа учебной дисциплины. Общие требования к содержанию и оформлению”.

1 Цели и задачи учебной дисциплины

1.1 Цели преподавания дисциплины

Цель преподавания дисциплины – сформировать у студентов знания об анализе и разработке автоматизированных систем управления с заданным уровнем надежности и их диагностирования.

Задачами изучения дисциплины являются - освоение студентами методического подхода и процедур, необходимых для создания надежных технологических и программных средств автоматизации, знаний о структуре и составе систем их диагностики, навыков выбора и разработки последних.

В результате изучения данной дисциплины студент должен знать:

- функциональные и числовые показатели надежности и ремонтпригодности технических и программных элементов и систем;
- методы анализа и расчета надежности автоматизированных программно-технических систем;
- способы анализа технической эффективности сложных автоматизированных систем;
- методы диагностирования технических и программных систем;

В результате получения практических навыков по данной дисциплине студент должен уметь:

- определять по результатам испытаний и наблюдений оценки показателей надежности и ремонтпригодности технических элементов и систем;
- анализировать надежность локальных технологических систем;
- синтезировать локальные технические системы с заданным уровнем надежности;
- диагностировать показатели надежности локальных технических систем.



1.2 Задачи изложения и изучения дисциплины

Теоретический материал по дисциплине преподается в часы лекций, а также предусмотрено самостоятельное изучение студентом определенной части теоретического материала. Неотъемлемым способом изучения дисциплины является выполнение студентом лабораторных работ, на которых закрепляются полученные теоретические знания.

2 Содержание теоретического раздела дисциплины (48 час.)

2.1 Введение (2 час.)

Проблемы надежности в технике, технологиях, автоматике. Основные задачи теории надежности, математический аппарат теории надежности.

2.2 Основные понятия теории вероятности, статистики и теории массового обслуживания (10 час.)

Основные понятия теории вероятностей: событие, случайная величина дискретная и непрерывная; законы распределения для дискретных и непрерывных случайных величин, интегральный закон распределения; математическое ожидание, дисперсия, среднее квадратичное отклонение; равномерный закон распределения и его параметры; нормальный закон распределения и его параметры.

Основные понятия статистики: вариационный ряд; выборочное среднее арифметическое, выборочная дисперсия; точечные и интервальные оценки, гипотезы и их проверка.

Основные понятия теории массового обслуживания.

2.3 Основные понятия теории надежности (2 час.)

Элемент и система, работоспособность и отказ элемента; классификация отказов. Надежность в узком и широком смысле, основные составляющие надежности: безотказность, ремонтпригодность, сохраняемость, долговечность. Значимость составляющих надежности для техники, технологий и автоматики.

2.4 Показатели надежности технических элементов систем (4 час.)

Функциональные показатели надежности: функции надежности (риска), функции восстановления (не восстановления), плотность и интенсивность отказов (восстановлений), готовность системы. Взаимосвязь функциональных показателей. Функциональные статистические показатели.

Числовые показатели надежности: средняя наработка на отказ (восстановление), дисперсия наработки, гамма-ресурс, коэффициенты готовности оперативной готовности и др.



Теоретические законы распределения вероятности: Вейбулла, экспоненциальный, нормальный, усеченный и логарифмический нормальный. Статические распределения вероятностей наработки на отказ (восстановление).

2.5 Определение показателей надежности технических элементов и систем (4 час.)

Определительные испытания элементов (систем) на надежность. Планирование испытаний, методика экспериментирования, обработка результатов испытаний при определении статистических распределений и точечных (интервальных) оценок показателей надежности. Проверка гипотез согласия и анализа точности и надежности оценок. Форсированные определительные испытания на надежность, методика их проведения и обработка результатов.

Контрольные испытания технических элементов и систем. Понятие ошибок первого и второго рода; риски изготовителя и пользователя. Тактика последовательного экспериментирования при контрольных испытаниях.

Оценивание показателей надежности и ремонтпригодности по результатам наблюдения за функционирующими элементами и системами.

2.6 Надежность технических систем (6 час.)

Анализ безызбыточных невосстанавливаемых технических систем; структурная надежность схема; расчет системных показателей надежности по характеристикам надежности элементов; способы повышения надежности нерезервированных нагруженных систем. Функции и коэффициенты чувствительности резервированных систем.

Анализ резервированных невосстанавливаемых систем: виды резервирования (постоянное, скользящее, замещением; нагруженное, частично нагруженное ненагруженное, групповое и индивидуальное; групповое и индивидуальное, одно- и многократное; мажоритарное и др.); структурные схемы для расчета надежности и формулы для расчета показателей надежности.

Критерии эффективности резервирования, способы их вычисления и анализа.

Анализ надежности резервирования восстанавливаемых систем, описываемых Марковским случайным процессом с дискретными состояниями. Уравнение Колмогорова, методы его решения для определения функций готовности системы.

2.7 Повышение надежности технических систем (4 час.)

Постановка задачи синтеза резервированной системы с заданным или оптимальным уровнем надежности. Критерии оптимальности, управления, связи, ограничения. Анализ методов решения комбинаторных оптимизационных задач на условный экстремум функции.



Рекуррентные алгоритмы синтеза локальных технических систем минимальной сложности с заданным уровнем надежности.

2.8 Техническая эффективность сложных автоматизированных систем (4 час.)

Понятие сложной системы в теории надежности. Понятие технической эффективности сложной системы. Показатели технической эффективности, технические состояния системы, вероятности возникновения дискретных состояний, уравнение Колмогорова для вычисления вероятностей состояний. Вычисления показателя эффективности как меры надежности сложной системы.

Анализ задачи оценивания эффективности системы, способы понижения размерности задачи, «укрупнение» элементов, введение функциональных состояний, композиция «близких» состояний и др.

Автоматизированная техническая система как сложная восстанавливаемая система, анализ ее эффективности при разных понятиях состояния.

2.9 Надежность программных и программно-технических систем (4 час.)

Понятие ошибки и отказа программы и программного обеспечения (ПО). Классификация ошибок и отказов, анализ распределения ошибок и отказов по стадиям жизненного цикла ПО. Модели поведения ошибок и отказов на стадии эксплуатации ПО.

Функциональные и числовые показатели надежности программных систем на стадии их эксплуатации. Зависимость показателей надежности ПО от числа ошибок в программах, различие показателей надежности ПО и технических систем.

Повышение надежности отдельных программ: тестирование статическое и динамическое, выявление ненадежных подпрограмм, переписывание программ и др. Повышение надежности программных систем путем резервирования. Виды резервирования: временное, программное, информационное.

Программно-техническое резервирование, нагруженные и ненагруженные режимы функционирования резервированной системы. Принцип «элегантного отмирания» элементов резервированной системы.

2.10 Диагностика автоматизированных систем (8 час.)

Основные понятия, термины и ГОСТы диагностики технических систем. Задачи технической диагностики и контроля состояния объектов диагностирования. Связь диагностики с надежностью автоматизированных систем.

Оперативная диагностика технологического оборудования и систем автоматизации; рабочее и тестовое диагностирование; прогнозное диагностирование; постоянное, периодическое и эпизодическое диагностирование технологических систем. Автоматизация



процесса диагностирования технических систем; автоматизированные системы технической диагностики, комплексные технико-экономические системы диагностики, подсистемы диагностики экологических показателей надежности.

Оперативная диагностика программных систем. Диагностирование программ на стадиях разработки и эксплуатации ПО. Автоматизация процесса диагностирования ПО. Интеллектуальные системы диагностики программных средств и систем.

3 Содержание практического раздела дисциплины (16 час.)

1. Аналитическое описание и построение графика функции плотности распределения непрерывной случайной величины. Аналитическое описание и построение интегральной функции распределения.
2. Определение математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения.
3. Статистическая обработка результатов измерений. Понятие выборки и генеральной совокупности. Критерий Фишера. Критерий Стьюдента.
4. Определение среднего арифметического, выборочной дисперсии и среднеквадратичного отклонения. Сравнение средних арифметических на однородность. Проверка на однородность дисперсий.
5. Нахождение критических чисел по критериям Фишера и Стьюдента. Вычисление дисперсии и среднеквадратического отклонения для объединенной выборки. Определение доверительного интервала для математического ожидания.
6. Описание наработки до отказа экспоненциальным законом распределения. Построение графика интегральной функции распределения. Построение графика плотности распределения. Построение графика функции надежности.
7. Вычисление и построение графика интенсивности отказов. Вычисление средней наработки до отказа.
8. Для определенного момента времени определить: вероятность безотказной работы системы; вероятность отказа системы; значение плотности распределения. Определить интенсивность отказов. Определить вероятность безотказной работы на интервале времени.

При выполнении практических работ каждый студент оформляет отчет, в котором указываются цели работы, необходимые вычисления и графики, основные выводы.

4 Программа самостоятельной познавательной деятельности

Для достижения целей при совместной и индивидуальной познавательной деятельности студентов в части овладения теоретическими знаниями и



практическими умениями используется полный набор методического материала: лекции, методические указания к лабораторным работам и другие методические разработки кафедры.

Самостоятельная (внеаудиторная) работа студентов состоит в проработке лекционного материала и подготовке к лабораторным работам. Она составляет 40 часов и включает следующие пункты:

- проработка теоретического материала по учебникам и конспектам (20 час.);
- подготовка к лабораторным работам (20 час.).

5 Текущий и итоговый контроль результатов изучения дисциплины

Для текущего контроля при изучении дисциплины «Диагностика и надежность автоматизированных систем» используется рейтинговая система оценки знаний студентов. В течение семестра студент может набрать 1000 баллов 800 баллов в течение семестра и до 200 баллов - на экзамене. Принятая рейтинговая система по дисциплине учитывает посещаемость лекций (РПЛ) и выполнение лабораторных работ (РЛР) и домашних работ (РДР) Таким образом, семестровый рейтинг студента $РС = РПЛ + РЛР + РДР$.

За посещение лекций начисляется 5 баллов за каждый академический час. При посещении всех лекций в семестре студент получает 240 баллов.

За каждое посещение практического занятия студент получает 10 баллов. Общее количество баллов за посещение всех практических занятий студент получает 80 баллов.

За выполнение одной домашней работы студент получает 160 баллов. Всего за три выполненных домашних работы студент получает 480 баллов.

Студент допускается к сдаче экзамена при условии, что он выполнил и защитил все домашние работы и набрал в течение семестра не менее 450 баллов.

Форма экзамена (по билетам или без них, устно или письменно) устанавливается лектором и сообщается студентам минимум за неделю до экзамена. Максимальное количество баллов, которые студент может получить на экзамене 200. Экзамен считается сданным, если студент получил на нем не менее 100 баллов. При меньшем количестве набранных на экзамене баллов положительная оценка по дисциплине не выставляется.

Итоговая оценка за работу студента в семестре по дисциплине определяется по общему количеству набранных им баллов в семестре и на экзамене. При этом, если рейтинговая оценка по дисциплине

более 850 баллов	ставится оценка	ОТЛИЧНО;
от 700 до 850 баллов	ставится оценка	ХОРОШО;
от 550 до 700 баллов	ставится оценка	УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО.



6 Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература:

1. Схиртладзе А.Г. Надежность и диагностика технологических систем : учеб. / А.Г. Схиртладзе, М.С. Уколов, А.В. Скворцов ; под ред. А.Г. Схиртладзе. – Москва: Новое знание, 2008. – 518 с. : ил. – (Техническое образование).
2. Лагутин М.Б. Наглядная математическая статистика: Учебное пособие / М.Б. Лагутин. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 472 с.: ил.
3. Тюрин Ю.Н., Макаров А.А. Статистический анализ данных на компьютере / Под. Ред. В.Э. Фигурнова – М.: ИНФРА-М, 1998. – 512 с.: ил.
4. Лазарева Л. И. Теория вероятностей. Математическая статистика: Дистанционное обучение : учебное пособие / Л. И. Лазарева, А. А. Михальчук ; Томский политехнический университет. — Томск : Изд-во ТПУ, 1999. — 117 с.
5. Лазарева Л.И. Теория вероятностей. Математическая статистика : учебное пособие / Л. И. Лазарева, А. А. Михальчук ; Томский политехнический университет. — Томск : Изд-во ТПУ, 2000. — 136 с.
6. Ястребенецкий М.А., Иванова Г.М. Надежность АСУ ТП: Учебное пособие для вузов. М.: Энергоатомиздат, 1989. – 264 с.
7. Шураков В.В. Надежность программного обеспечения систем обработки данных: Учебник для вузов. – М.: Финансы и статистика. 1986. – 272 с.

Дополнительная литература:

1. Дружини Г.В. Надежность автоматизированных производственных систем. – М.: 1986. – 480 с.
- 6.2.1 Балакирев В.С., Баденков В.Я. Надежность технических и программных средств автоматизации: Уч. Пособие. Ангарск: АТИ, 1994. – 64 с.



Образец экзаменационного билета

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1



по дисциплине:

**Диагностика и надежность
автоматизированных систем**

факультет: теплоэнергетический

курс: четвертый

1. Нормальный закон распределения и его характеристики. Правило трех сигм.
2. Показатели надежности

Составил доцент

Е.А. Маслов

Утверждаю: Зав. каф. АТП

В.С. Андык