

УТВЕРЖДАЮ

Директор ЭНИН

 Боровиков Ю.С.

« 1 » 09 2014 г.

**БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
НАДЕЖНОСТЬ И РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМ ИЗМЕРЕНИЙ И  
УПРАВЛЕНИЯ**

Направление ООП 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Профиль подготовки **Научеёмкие технологии измерений и управления в  
теплотехнике**

Квалификация (степень) **магистр техники и технологии**

Базовый учебный план приема **2014 г.**

Курс **2** семестр **3**

Количество кредитов – **3**

Код дисциплины Дисц.В5.5

Виды учебной деятельности	Временной ресурс по очной форме обучения
Лекции, ч	<b>16</b>
Лабораторные занятия, ч	<b>32</b>
Аудиторные занятия, ч	<b>48</b>
Самостоятельная работа, ч	<b>60</b>
ИТОГО, ч	<b>108</b>

Вид промежуточной аттестации **экзамен**

Обеспечивающее подразделение Энергетический институт, кафедра

Автоматизации теплоэнергетических процессов

Заведующий кафедрой  Озерова И.П.

Руководитель ООП  Литвак В.В.

Преподаватель  Кравченко Е.В.

2014г.

### 1. Цели освоения модуля (дисциплины)

Цель освоения дисциплины: формирование у обучающихся знаний об анализе и разработке систем технологических автоматизированных систем 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.

### 2. Место модуля (дисциплины) в структуре ООП

Дисциплина «Надежность и ресурсоэффективность систем измерений и управления» относится к профессиональному циклу по направлению ООП 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» в рамках профиля подготовки «Наукоемкие технологии измерений и управления в теплотехнике».

Дисциплине «Надежность и ресурсоэффективность систем измерений и управления» предшествует освоение дисциплин (ПРЕРЕКВИЗИТЫ):

- Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологии;
- Экологическая безопасность.

Содержание разделов дисциплины «Надежность и ресурсоэффективность систем измерений и управления» согласовано с содержанием дисциплин, изучаемых параллельно (КОРЕКВИЗИТЫ):

- Интегрированные системы проектирования и управления;
- Современные технологии теплотехнических измерений, регистрации параметров и системы их управления.

### 3. Результаты освоения дисциплины

В соответствии с требованиями ООП освоение дисциплины направлено на формирование у студентов следующих компетенций, в т.ч. в соответствии с ФГОС:

Таблица 1  
Составляющие результатов обучения, которые будут получены при изучении данной дисциплины

Результаты обучения (компетенции и из ФГОС)	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
P1 (ОК-5)			У1.1	Умение разрешать проблемные ситуации		
P2 (ОК-9)					У2.1	Синтезировать и критически резюмировать информацию
P3 (ПК-7)	33.1	Знания современного оборудования и приборов	У3.1	Умение эксплуатировать современное		

Результаты обучения (компетенции и из ФГОС)	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
				оборудование и приборы		
Р4 (ПК-9)			У4.1	Умение применять современные компьютерные и информационные технологии		
Р5 (ПК-10)	35.1	Знание основных мероприятий по повышению экологической безопасности и экономии ресурсов	У5.1	Умение формировать проектные решения, связанные с мероприятиями по повышению экологической безопасности и экономии ресурсов		
Р6 (ПК-11)	36.1	Знание основных показателей технического уровня				
Р7 (ПК-14)			У7.1	Умение использовать прикладное программное обеспечение для расчета параметров теплоэнергетического оборудования		

В результате освоения дисциплины «Надежность и ресурсоэффективность систем измерений и управления» студентом должны быть достигнуты следующие результаты:

Таблица 1

**Планируемые результаты освоения дисциплины**

№ п/п	Результат
РД1	Знать функциональные и числовые показатели надежности и ремонтпригодности технических и программных элементов и систем
РД2	Знать методы анализа и расчета надежности автоматизированных программно-технических систем и способы анализа технической эффективности сложных автоматизированных систем
РД3	знать и уметь применять методы диагностирования технических и программных систем
РД4	уметь определять по результатам испытаний и наблюдений оценки показателей надежности и ремонтпригодности технических элементов и систем
РД5	уметь синтезировать локальные технические системы с заданным уровнем надежности
РД6	уметь анализировать надежность локальных технологических систем диагностировать показатели надежности локальных

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### **Раздел 1. Основные понятия теории надежности**

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

##### **Раздел 2. Показатели надежности технических элементов и систем**

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.

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, 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 их решения для определения функций готовности системы.

### **Раздел 3. Техническая эффективность сложных автоматизированных систем. Повышение надежности технических систем**

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. Вычисление 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.

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.

Изучение численных методов решения задач теплопроводности; анализ тепловых полей технических систем; исследование кинетики процесса термодеструкции в широко распространенных материалах, применяемых в системах измерений и управления; синтез современных ресурсоэффективных методов прогнозирования надежности технических систем

### **Раздел 4. Диагностика автоматизированных систем. Надежность программных и программно-технических систем**

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 и 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.

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.

## **6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

### **6.1. Виды и формы самостоятельной работы**

Самостоятельная работа студентов включает текущую и творческую проблемно-ориентированную самостоятельную работу (ТСР).

**Текущая СРС направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений и включает:**

- работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме дисциплины;
- выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ;
- опережающая самостоятельная работа;
- перевод текстов с иностранных языков;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовка к практическим и семинарским занятиям;
- подготовка к контрольной работе и коллоквиуму, к зачету

**Творческая самостоятельная работа включает:**

- поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- выполнение расчетно-графических работ;
- работа над междисциплинарным проектом;
- исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;

- анализ статистических и фактических материалов по заданной теме, проведение расчетов, составление схем и моделей на основе статистических материалов.

### 6.3. Контроль самостоятельной работы

Оценка результатов самостоятельной работы организуется следующим образом:

- проверка индивидуального задания;
- проверка домашних и контрольных работ;
- проверка знаний полученных в ходе изучения тем, вынесенных на самостоятельную проработку

## 7. Средства текущей и промежуточной оценки качества освоения дисциплины

Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам следующих контролируемых мероприятий:

Контролирующие мероприятия	Результаты обучения по дисциплине
Защита индивидуальных заданий	РД1–РД3
Выполнение и защита практических заданий	РД4–РД6
Результаты участия студентов в научной дискуссии	РД4, РД6
Презентации по тематике исследований во время проведения конференц-недели	РД3, РД4, РД6
Экзамен	РД1–РД2

Для оценки качества освоения дисциплины при проведении контролируемых мероприятий предусмотрены следующие средства (фонд оценочных средств):

#### ***Вопросы входного контроля***

1. что такое вероятность события?
2. чем вероятность события отличается от гипотезы?
3. как определяется математическое ожидание?
4. как определяется дисперсия случайной величины?
5. какая связь между начальными и центральными моментами?

#### ***Контрольные вопросы, задаваемые при проведении практических занятий***

1. чем отличаются комплексные показатели надежности?
2. какие показатели характеризуют безотказность для восстанавливаемых объектов?
3. какие показатели характеризуют безотказность для невосстанавливаемых объектов?
4. чем отличаются комплексные показатели надежности от единичных показателей? надежности?

### ***Вопросы для самоконтроля***

1. Статистическая функция распределения
2. статистический ряд. Гистограмма
3. числовые характеристики статистического распределения
4. выравнивание статистических рядов
5. критерии согласия
6. основные понятия теории массового обслуживания

### ***Вопросы, выносимые на зачет***

1. Формула полной вероятности
2. Теорема гипотез (формула Байеса)
3. Случайные величины и их законы распределения
4. Ряд распределения. Многоугольник распределения
5. Функция распределения
6. Плотность распределения
7. Начальные моменты. Дисперсия. Среднеквадратическое отклонение
8. Дисперсия. Третий и четвертый центральные моменты
9. Нормальный закон распределения
10. Основные свойства, характеризующие надежность. Состояния объекта и их характеристики
11. Основные свойства, характеризующие надежность. Временные параметры, характеризующие надежность
12. Показатели безотказности для невозстанавливаемых объектов
13. Показатели безотказности для восстанавливаемых объектов
14. Показатели долговечности, сохраняемости, ремонтпригодности
15. Комплексные показатели надежности
16. Распределение Пуассона для участков приработки и деградационных отказов
17. Нормальное распределение времени безотказной работы при постепенных отказах
18. Распределение времени безотказной работы по закону Релея
19. Распределение времени безотказной работы по закону Вейбулла
20. Виды резервирования
21. Методы и средства повышения надежности
22. Стратегия технического обслуживания по наработке
23. Стратегия технического обслуживания по состоянию
24. Классификация методов контроля
25. Классификация видов контроля
26. Статистическая функция распределения
27. Статистический ряд. Гистограмма.
28. Числовые характеристики статистического распределения
29. Выравнивание статистических рядов
30. Критерии согласия
31. Основные понятия теории массового обслуживания



## **8. Рейтинг качества освоения дисциплины (модуля)**

Оценка качества освоения дисциплины в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «Руководящими материалами по текущему контролю успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации студентов Томского политехнического университета», утвержденными приказом ректора № 77/од от 29.11.2011 г.

В соответствии с «Календарным планом изучения дисциплины»:

- текущая аттестация (оценка качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы и др.) и результаты практической деятельности (решение задач, выполнение заданий, решение проблем и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 33 баллов);
- промежуточная аттестация (экзамен, зачет) производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), на экзамене (зачете) студент должен набрать не менее 22 баллов).

Итоговый рейтинг по дисциплине определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

## **9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

Основная литература:

1. Бочкарев С.В. Диагностика и надежность автоматизированных технологических систем: учебное пособие для вузов / С.В. Бочкарев, А.И. Цаплин, А.Г. Схиртладзе. – Старый Оскол: ТНТ, 2013. – 615 с.
2. Диагностика и надежность автоматизированных систем: учебник для вузов / под ред. Б.М. Бржозовского. – 3-е изд., перераб. и доп. – Старый Оскол: ТНТ, 2010. – 380 с.
3. Ястребенецкий М. А., Иванова Г. М. Надежность АСУ ТП: Учебное пособие для вузов. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 264 с.

Дополнительная литература:

1. Дружинин Г. В. Надежность автоматизированных производственных систем. М.: Энергоатом издат, 1986. -480 с.
2. Балакирев В. С, Баденков В. Я. Надежность технических и программных средств автоматизации: Учебное пособие. Ангарск: АТИ, 1994. - 64 с.

Internet–ресурсы (в т.ч. Перечень мировых библиотечных ресурсов):

1. <http://elibrary.ru>
2. <http://elibrary.worldbank.org/>

Используемое программное обеспечение:

1. Microsoft Excel

2. Microsoft Word
3. Microsoft PowerPoint

### 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Указывается материально-техническое обеспечение дисциплины: технические средства, лабораторное оборудование и др.

№ п/п	Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование)	Корпус, ауд., количество установок
1	Компьютерный класс	Корпус 4, ауд. 28, 15 единиц
2	Учебная лаборатория	Корпус 4, ауд. 219

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлению и профилю подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Программа одобрена на заседании кафедры Автоматизации теплоэнергетических процессов, ЭНИН (протокол № 44 от «30» июня 2014 г.)

Автор(ы) доцент, к.т.н.



Е.В. Кравченко

Рецензент(ы) профессор, д.ф.-м.н.



П.А. Стрижак