

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования

«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВПО «КГЭУ»)



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УМР  
\_\_\_\_\_ В.А. Дыганов  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б.3.В.8 Надежность электромеханических комплексов и систем

(указывается индекс и наименование дисциплины согласно учебному плану в соответствии с ФГОС ВПО)

Направление подготовки \_\_\_\_\_ 140400 Электроэнергетика и электротехника

(указывается код и наименование)

Профиль подготовки \_\_\_\_\_  
Электромеханика

Квалификация (степень) выпускника \_\_\_\_\_ бакалавр

Форма обучения \_\_\_\_\_  
Очная  
(очная, очно-заочная, заочная)

г. Казань

2011 г.

## **1. Цели и задачи освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины **«Надежность электромеханических комплексов и систем»** является подготовка студентов к самостоятельному анализу надежности электромеханических комплексов и систем (КиС), способных использовать в своей деятельности усвоенные традиционные методы организации работ по обеспечению надежности электромеханических КиС, восстановлению работоспособности в условиях эксплуатации, эффективному применению достижений науки и техники при решении задач по эксплуатации, ремонту и техническому обслуживанию электромеханических КиС. Предметом изучения дисциплины являются: основы теории надежности, методы расчета показателей надежности, способы повышения надежности технических систем.

Задачи обучения по дисциплине:

подготовить обучающихся к творческой проектно-конструкторской, производственно-технологической, организационно-управленческой, монтажно-наладочной и другим видам деятельности, требующих решения вопросов по обеспечению требуемой надежности электромеханических КиС, восстановлению их работоспособности в условиях эксплуатации, ремонта и технического обслуживания.

дать обучающимся комплекс теоретических знаний по теории надежности, методам расчета показателей надежности, способам повышения надежности технических систем, прогнозированию надежности разрабатываемых изделий, систем и их элементов с учетом технологии производства;

## **2. Место дисциплины в структуре ООП ВПО**

Дисциплина **«Надежность электромеханических комплексов и систем»** относится к базовой части профессионального цикла Б.З.В.8 подготовки бакалавров по направлению 140400 «Электроэнергетика и электротехника» и профилю подготовки «Электромеханика».

. Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных студентами при изучении дисциплин: «Математика», «Информатика», «Электрические машины», «Теория автоматического управления», «Конструкция и эксплуатация электромеханических комплексов и систем».

Приобретенные в результате освоения данной дисциплины знания обеспечивают базовую подготовку слушателей для изучения дисциплин специализации, будут необходимы в научно-исследовательской, проектно-конструкторской, технологической и др. видам деятельности обучающегося, при подготовке и выполнении выпускной квалификационной работы.

## **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

В результате изучения дисциплины **«Надежность электромеханических комплексов и систем»** формируются следующие компетенции или их составляющие:

**а) общекультурные (ОК)**

- способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-1);

- готовностью к самостоятельной, индивидуальной работе, принятию решений в рамках своей профессиональной компетенции (ОК-7);

**б) профессиональные (ПК):**

- готовностью обосновать принятие конкретного технического решения при создании электроэнергетического и электротехнического оборудования (ПК-14);

- готовностью участвовать в монтажных, наладочных, ремонтных и профилактических работах на объектах электроэнергетики (ПК-27);

- готовностью планировать экспериментальные исследования (ПК-40);

- готовностью к проверке технического состояния и остаточного ресурса оборудования и организации профилактических осмотров и текущего ремонта (ПК-48);

**в) профильно-специализированные (ПСК):**

- способностью монтировать, испытывать, налаживать, эксплуатировать и ремонтировать электрические машины (ПСК-4);

- способностью организовывать работы по монтажу, испытаниям, наладке, эксплуатации и ремонту электрических машин (ПСК-6);

- конструировании, монтаже, наладке, испытаниях, эксплуатации и ремонте электрических машин (ПСК-8);

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1. Знать:

- терминологию и основные определения теории надежности; проблемы надежности электромеханических комплексов и систем; единичные и комплексные показатели надежности; закономерности изменения первоначального уровня надежности электромеханических комплексов и систем;

- математические методы расчета показателей надежности электромеханических комплексов и систем применительно к заданным условиям эксплуатации; основные направления повышения надежности электромеханических комплексов и систем.

2. Уметь:

- организовывать сбор информации по надежности электромеханических комплексов и систем, обрабатывать статистический материал в целях получения показателей надежности;

- проводить стендовые и эксплуатационные испытания отремонтированных технических систем для определения параметров их надежности; определять надежность сложных технических систем в зависимости от надежности составляющих ее элементов;

- определять остаточный ресурс электромеханических комплексов и систем; разрабатывать и проводить в жизнь мероприятия по повышению надежности техники при ее ремонте и эксплуатации;

3. Владеть:

- специальной технической терминологией и лексикой;

-навыками самостоятельного овладения новыми знаниями, используя современные образовательные технологии, активные и интерактивные методы обучения.

**4. Структура и содержание дисциплины «Надежность электромеханических комплексов и систем».** Общая трудоемкость дисциплин составляет 3 зачетных единиц, 108 часов.

#### 4.1. Структура дисциплины

Вид учебной работе	Всего часов	из них, проводимых в интерактивной форме	Семестры			
			8			
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	108		108			
<b>АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ:</b>	44		44			
Лекции (Лк)	11		11			
Практические (семинарские) занятия (ПЗ)	22	10	22			
Лабораторные работы (ЛР)	11		11			
и(или) другие виды аудиторных занятий						
<b>САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА:</b>	64		64			
Курсовой проект (работа)						
Расчетно-графические работы						
Реферат						
и (или) другие виды самостоятельной работы						
<b>ВИД ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ (З – зачет, Э – экзамен)</b>			Э			

#### 4.2. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего часов на раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Лк	ПЗ	ЛР	Самост. работа	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Тема 1. Основные понятия, термины и определения теории	22	8		2	4		16	Тестирование

	надежности. Показатели надежности .								
	Тема 2. . Методы расчета надежности электромеханических комплексов и систем.	22	8		2	4		16	Тестирование
	Тема 3. Надежность невосстанавливаемых и восстанавливаемых систем.	36	8		4	8	8	16	Тестирование
	Тема4.Методы обеспечения надежности электромеханических КиС	28	8		3	6	3	16	Тестирование
	Итого:	108	8	–	11	22	11	64	Зачет

### 4.3. Содержание разделов дисциплины

#### **Тема 1. Основные понятия, термины и определения теории надежности.**

##### **Показатели надежности.**

Основные понятия, термины и определения теории надежности. Свойства надежности, состояния и факторы, определяющие надежность. Система показателей надежности. Единичные показатели. Комплексные показатели надежности и их составляющие. Показатели безотказности. Показатели долговечности. Показатели ремонтпригодности. Основные сведения из теории вероятностей. Способы задания законов распределения случайных величин: дискретных и непрерывных. Числовые характеристики случайных величин – показатели надежности. Дефекты, повреждения, отказы. Виды отказов и их классификация.

#### **Тема 2. Методы расчета надежности электромеханических комплексов и систем.**

Методы расчета показателей надежности при обрыве и коротком замыкании дублирующих элементов системы. Модели типа "обрыв" и "короткое замыкание". Методика определения требуемого уровня надежности. Минимизация приведенных затрат. Показатели надежности КиС при внезапных отказах. Вероятность безотказной работы. Нарботка до отказа. Частота и интенсивность отказов. Обобщенный закон надежности в дифференциальной форме. Методы расчета показателей надежности при внезапных отказах. Особенности расчета для различных периодов жизни КиС: приработки, нормальной эксплуатации, старения и износа. Обобщенный закон надежности в интегральной форме. Методы расчета надежности электрической аппаратуры электромеханических КиС

#### **Тема 3. Надежность невосстанавливаемых и восстанавливаемых систем**

Показатели надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых систем. Вероятность безотказной работы. Нарботка на отказ. Параметр потока отказов. Частота, продолжительность, интенсивность восстановления. Способы

восстановления работоспособного состояния деталей, узлов электромеханических К и С. Система контроля качества и обеспечения надежности деталей и узлов электромеханических К и С в процессе восстановления их работоспособности. Определение показателей надежности электромеханических К и С с учетом плановых ремонтов. Учет условий эксплуатации электромеханических К и С при определении показателей его надежности. Применение марковских процессов. Граф состояний. Интенсивности потоков событий. Вероятности перехода. Матричный метод расчета вероятностей состояний в переходном и установившемся режимах. Метод композиции.

#### **Тема 4. Методы обеспечения надежности электромеханических К и С**

Система сбора информации о надежности электромеханических К и С в эксплуатации. Требования к системе информации. Форма сбора и учета статистических данных. Методика статистической обработки данных. Методы анализа полученных результатов. Предложения по обеспечению надежности электромеханических К и С в различных условиях эксплуатации. Качество ремонта и технического обслуживания. Оценка влияния квалификации ремонтной бригады на надежность электромеханических К и С. Обеспечение строгой технологической дисциплины. Механизация и автоматизация технологических процессов, стабилизация уровня качества ремонта, система бездефектного изготовления и ремонта. Использование средств технической диагностики. Модернизация систем с целью повышения надежности

#### **4.4. Практические (семинарские) занятия.**

№ п/п	Тема практических (семинарских) занятий	Семестр	Номер раздела лекционного курса	Продолжительность (часов)
1	2	3	4	5
1	Определение единичных показателей надежности электромеханических К и С.	8	1	2
2	Определение комплексных показателей надежности электромеханических К и С.	8	1	2
3	Расчет показателей надежности при обрыве и коротком замыкании	8	2	2
4	Расчет показателей надежности при внезапных отказах	8	2	2
5	Критерии надёжности невосстанавливаемых электромеханических К и С.	8	3	4
6	Критерии надёжности восстанавливаемых электромеханических К и С.	8	3	4
7	Порядок сбора и учета статистических данных.	8	4	2
8	Методика статистической обработки данных	8	4	4
	Итого:			22

#### 4.5. Лабораторные занятия

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Семестр	Номер раздела лекционного курса	Продолжительность (часов)
1	2	3	4	5
1	Исследование показателей надёжности невосстанавливаемых нерезервированных электромеханических К и С.	8	3	4
2	Исследование показателей надёжности невосстанавливаемых резервированных электромеханических К и С.	8	3	4
3	Контроль качества деталей и узлов электромеханических К и С в процессе восстановления их работоспособности.	8	4	3
	Итого:	–	–	11

#### 4.6. Разделы дисциплины и связь с формируемыми компетенциями

№ п/п	Раздел дисциплины, участвующий в формировании компетенций	Часов на раздел	Компетенции									Количество компетенций
			ОК-1	ОК-7	ПК-14	ПК-27	ПК-40	ПК-48	ПСК-4	ПСК-6	ПСК-8	
1	Тема 1. Основные понятия, термины и определения теории надежности. Показатели надежности .	22	3	3			В		У		В	5
2	Тема 2. . Методы расчета надежности электромеханических комплексов и систем.	22	У	В		3		У		3		5
3	Тема 3. Надежность невосстанавливаемых и восстанавливаемых систем.	36			У		3		3		У	4
4	Тема4. Методы обеспечения надежности электромеханических КиС	28		У	В	В		В		У		5
	Итого за семестр	108	2	3	2	2	2	2	2	2	2	19
	<i>Итого</i>	108	2	3	2	2	2	2	2	2	2	19

Условные обозначения: З – знать,  
У – уметь,  
В – владеть.

## 5. Образовательные технологии

№ п/п	Раздел дисциплины	Компетенции	Образовательные технологии	Оценочные средства
1	2	3	4	5
1	Тема 1. Основные понятия, термины и определения теории надежности. Показатели надежности .	ОК-1,7; ПК-40, ПСК-4, 6,8.	Лекция- визуализация Практическое занятие	Тесты, опрос
2	Тема 2. . Методы расчета надежности электромеханических комплексов и систем.	ОК-1,7; ПК-27,48; ПСК-6.	Лекция- визуализация Практическое занятие	Тесты, опрос
3	Тема 3. Надежность невосстанавливаемых и восстанавливаемых систем.	ПК-14,40; ПСК-4,8.	Лекция- визуализация Практическое занятие	Тесты, опрос
4	Тема 4. Методы обеспечения надежности электромеханических КиС	ОК-7,ПК- 14,27,48; ПСК-6	Лекция- визуализация Практическое занятие	Тесты, опрос

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

### 6.1. Тематика рефератов, расчетно-графических работ, курсовых проектов (работ).

Не предусмотрены учебным планом.

### 6.2. Примеры тестов и контрольных вопросов для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.

1. Какое соотношение между качеством и надежностью изделия?
  1. Надежность более широкое понятие, чем качество.
  2. Качество и надежность - понятия однозначные.
  3. Качество это совокупность всех свойств объекта, а надежность лишь одно из этих свойств.
  4. Высокое качество объекта не означает его высокой надежности.
2. Укажите все номера правильных ответов. Причинами возникновения наук о надежности являются:
  1. Сложность современных машин.
  2. Совершенствование математического аппарата.
  3. Кооперация производства современных машин.
  4. Новые конструкционные материалы.
  5. Высокая энергонасыщенность современной техники.
  6. Более точное технологическое оборудование.

7. Высокая цена ненадежности современных высокопроизводительных машин.

3. Что называется качеством продукции?

Свойство продукции удовлетворять определенным потребностям.

1. Совокупность свойств продукции, определяющих степень ее пригодности для использования по назначению.
2. Это надежность изделий.

5. Установите соответствие:

1. Восстанавливаемый объект.
2. Невосстанавливаемый объект
3. Ремонтируемый объект.
4. Неремонтируемый объект.

А. Объект ремонт, которого объект.возможен и предусмотрен нормативно-технической документацией.

Б. Объект ремонт, которого не возможен или не предусмотрен нормативно-технической документацией.

В. Объект, работоспособность которого в случае возникновения отказа подлежит восстановлению в рассматриваемой ситуации.

Г. Объект, работоспособность которого в случае возникновения отказа не подлежит восстановлению.

6. Укажите все номера правильных ответов.

К восстанавливаемым объектам относятся:

1. Сложные машины .
2. Агрегаты сложных машин при агрегатном методе ремонта.
3. Агрегаты сложных машин, если метод ремонта не агрегатный.
4. Детали машин (валы, шестерня, подшипник и т.д)
5. Изделия разового пользования (фрикционные накладки, тормозные колодки, электрические лампочки, прокладки и т.д.)

7. Укажите все номера правильных ответов.

К невосстанавливаемым объектам относятся:

1. Сложные машины .
2. Агрегаты сложных машин при агрегатном методе ремонта.
3. Агрегаты сложных машин, если метод ремонта не агрегатный.
4. Детали машин (валы, шестерня, подшипник и т.д)
5. Изделия разового пользования (фрикционные накладки, тормозные колодки, электрические лампочки, прокладки и т.д.)

### 6.3. Организация самостоятельной работы студентов

№ п/п	Тема самостоятельной работы	Семестр	Номер раздела лекционно-го курса	Продолжительность (часов)
1	2	3	4	5
1	Основные теоремы теории вероятности.	8	1	8
2	Случайные величины и законы их распределения.	8	1	8
3	Законы распределения наработки до отказа: экспоненциальный, нормальный, гамма-распределение, распределение Вейбулла.	8	2	8
4	Статистическая обработка результатов испытаний	8	2	8
5	Надежность при постепенных отказах	8	3	8
6	Надежность при внезапных отказах	8	3	8
7	Методы обеспечения надежности электровозов.	8	4	6
8	Качество ремонта и технического обслуживания.	8	4	5
9	Оценка влияния квалификации ремонтной бригады на надежность КиС.	8	4	5
	Итого:			64

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 1. а) основная литература:

1. Матвеевский В.Р. Надежность технических систем. Учебное пособие – Московский государственный институт электроники и математики. М., 2002 г. – 113 с.
2. Пучин Е.А. и др. Надежность технических систем. - М.: УМЦ «Триада», 2005.
3. Ридель Э. Э. Основы теории надежности электрического подвижного состава: Лекция. - М.: ВЗИИТ, 1989, 84 с.
4. Липай Б.Р. Соломин А.Н. Электромеханические системы. Учебное пособие для вузов. –М.:Издательский дом МЭИ, 2008, 345 с.

### б) дополнительная литература:

1. Байхельт Ф., Франкен П. Надежность и техническое обслуживание: Математический подход. – М.: Ридио и связь, 1988. – 392 с.
2. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М.: Наука, 1969. – 506 с.
3. Гнеденко Б. В., Беляев Ю. К., Соловьев А. Д. Математические методы в теории надежности. – М.: Наука, 1965. – 524 с.
4. ГОСТ 27.002-89 «Надежность в технике. Термины и определения».
5. Дружинин Г.В. Надежность автоматизированных производственных систем. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 480 с.
6. Калявин В.П. Надежность и диагностика. – СПб., «Элмор», 1998. – 230 с.
7. Левин В.И. Логическая теория надежности сложных систем. - М.: Энергоатомиздат, 1985.- 128с.

8. Надежность в машиностроении: Справочник. Под ред. В.В. Шашкина, Г.П. Карзова. – СПб.: Политехника, 1992. – 719 с.
9. Надежность технических систем: Справочник / Ю.К. Беляев, В.А. Богатырев, В.В. Болотин и др.; Под ред. И.А. Ушакова. – М.: Радио и связь, 1985. – 608 с.
10. Сотсков Б. С. Основы теории и расчета надежности элементов и устройств автоматики и вычислительной техники. М.: Высшая школа, 1970. – 270 с.
11. Ястребенецкий М.А., Иванова Г.М. Надежность автоматизированных систем управления технологическими процессами. – Энергоатомиздат, 1989. – 264 с.
12. Ускоренные испытания и прогнозирование надежности электрооборудования локомотивов / Под ред. И.П.Исаева. - М.: Транспорт, 1984.

**в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

1. <http://pomogala.ru>
2. <http://build-master.blogspot.com>

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

- аудитории, оборудованные для проведения различных видов занятий с использованием современных ТСО, презентаций докладов, рефератов и других работ.

\* \* \*

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и с учетом рекомендаций ПрООП ВПО по направлению подготовки 140400 «Электроэнергетика и электротехника» и профилю подготовки бакалавров «Электромеханика».

Автор: \_\_\_\_\_ к.т.н. доцент Литвиненко Р.С.

Рецензент: \_\_\_\_\_ к.т.н. доцент Погодицкий О.В.

Программа обсуждена и одобрена на заседании методического совета кафедры «Электрического транспорта» от 21 сентября 2011 г., протокол № 2.

Заведующий кафедрой ЭТ \_\_\_\_\_ к.т.н., доцент П.П.Павлов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Декан факультета ФЭМ \_\_\_\_\_ к.т.н, профессор С.Р. Сидоренко

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

