Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

КАФЕДРА АВТОМАТИКИ

ОДОБРЕНО

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Направление подготовки (специальность) [1] 27.04.03 Системный анализ и управление

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки, час.	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
4	4	144	32	32	0		44	0	Э
Итого	4	144	32	32	0	0	44	0	

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются основные методы расчета надежности технических систем, применение системного и комплексного подхода к оценке и выбору способов повышения надежности проектируемых систем автоматики и электроники физических установок, а также практические навыки анализа и синтеза надежности сложных систем автоматики и электроники.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины является реализация требований, установленных в Госстандарте высшего профессионального образования по методам анализа и повышения надежности технических систем.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина является основой для конструирования высоконадежных электронных и радиотехнических устройств автоматики.

Для изучения данной дисциплины студент должен быть знаком с теорией вероятностей и математической статистики, теорией графов в объеме программ для технических вузов.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	**Код и наименование индикатора достижения компетенции**

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	**Объект или область знания**	**Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)**	**Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции**
проектно-технологический			
Практическое внедрение и сопровождение доверенных программно-аппаратных комплексов и систем на кристалле на всех	Программно-аппаратные комплексы для объектов КИИ, системы на кристалле, встроенные и IoT-системы,	ПК-6 [1] - Способен к практическому использованию инструментария поддержки принятия решений на этапах жизненного цикла искусственных систем	З-ПК-6[1] - знать основы экономики проектной деятельности; источники и организационные формы финансирования

этапах жизненного цикла, включая использование инструментов поддержки принятия решений, методов управления качеством, рисками и ресурсами, а также применение современных технологий цифрового проектирования и моделирования.	защищённые вычислительные системы, ПЛИС-ориентированные цифровые системы	*Основание:* Профессиональный стандарт: 40.016	проектов; инструментарий календарного планирования поэтапной реализации проекта; инструментарий управления реализацией проекта ; У-ПК-6[1] - уметь применять современные методы оценки экономической эффективности проекта; выделять фазы реализации проекта, определять действия по организации, руководству и управлению проектом; применять методы управления предметной областью проекта, качеством, временем, стоимостью, рисками, персоналом, контрактами и ресурсным обеспечением проекта, взаимодействиями и информационными связями; В-ПК-6[1] - владеть навыками проведения расчетов экономических показателей проекта; навыками использования информационных систем поддержки управления проектами

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	4 Семестр						
1	Раздел 1	1-8	16/16/0		25	КИ-8	З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6
2	Раздел 2	9-15	16/16/0		25	КИ-15	З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6
	Итого за 4 Семестр		32/32/0		50		
	Контрольные мероприятия за 4 Семестр				50	Э	З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	4 Семестр	32	32	0
1-8	**Раздел 1**	16	16	0
1 - 2	**Сущность, цели и функции надежности автоматических устройств и систем** Проблемы надежности устройств и систем. Вопросы надежности на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации. Основные понятия, термины и определения в теории надежности. Виды отказов элементов автоматики. Потоки отказов.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	**Основные показатели (количественные характеристики) надежности элементов и устройств** Вероятность отказов работы элементов, частота и интенсивность отказов элементов, их вероятностный смысл. Средняя наработка до отказа и на отказ (между отказами). Показатели надежности для различных законов распределения времени возникновения отказов. Комплексные показатели надежности. Коэффициент	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0

	готовности. Коэффициент оперативной готовности. Коэффициент технического использования.			
5 - 8	**Методы расчета показателей надежности нерезервированных устройств** Основные этапы расчета показателей невосстанавливаемых и восстанавливаемых устройств. Расчет показателей надежности устройств при внезапном отказе. Расчет показателей надежности устройств при постепенных отказах. Модели приближения устройства к отказам.	Всего аудиторных часов		
		8	8	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-15	**Раздел 2**	16	16	0
9 - 11	**Расчет показателей надежности резервированных устройств** Виды резервирования. Анализ надежности устройств с общим и раздельным постоянным резервированием. Использование теории графов в анализе надежности сложных систем. Анализ надежности систем, резервированных замещением: нагруженным, недогруженным и незагруженным резервом.	Всего аудиторных часов		
		6	6	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	**Оценка надежности программного обеспечения** Экспериментальная оценка числа отказов в программных средствах.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
13 - 14	**Экспериментальное определение характеристик надежности элементов и систем** Доверительный интервал математического ожидания времени возникновения отказов. Метод максимума правдоподобия математического ожидания законов распределения.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	**Модели прогнозирования отказов** Принципы построения моделей прогнозирования постепенных отказов. Проблемы и задачи систем контроля и диагностики.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	**Полное наименование**
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	**Темы занятий / Содержание**
	4 Семестр

1 - 2	**Семинар №1.** Использование элементов теории вероятностей в решении задач надежности. Примеры расчетов надежности для простейшего потока отказов.
3 - 5	**Семинар №2. Определение основных показателей надежности на основе статистических данных** Определение основных показателей надежности на основе статистических данных: - вероятность безотказной работы; - частота и интенсивность отказов; - средняя наработка до отказа.
6 - 9	**Семинар №3.** Расчет показателей надежности невосстанавливаемых и восстанавливаемых устройств с экспоненциальным и нормальным законами распределения времени возникновения отказов.
10 - 11	**Семинар №4.** Расчет надежности устройств с общим и раздельным постоянным резервированием.
12 - 14	**Семинар №5.** Расчет надежности сложных систем с восстановлением и резервированных замещением: ненагруженный резерв; недогруженный резерв; нагруженный резерв.
15	**Семинар №6.** Доверительный интервал и метод максимума правдоподобия.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- презентации;
- проведение консультаций по выполнению контрольных работ.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	**Индикаторы освоения**	**Аттестационное мероприятие (КП 1)**
ПК-6	З-ПК-6	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-6	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-6	Э, КИ-8, КИ-15

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-х балльной шкале	Отметка о зачете	Оценка ECTS
90-100	5 – *«отлично»*	*«зачтено»*	A
85-89	4 – «*хорошо*»		B
75-84			C
70-74			D
65-69	3 – «*удовлетворительно*»		
60-64			E
ниже 60	2 – «*неудовлетворительно*»	*«не зачтено»*	F

Оценка «отлично» соответствует глубокому и прочному освоению материала программы обучающимся, который последовательно, четко и логически стройно излагает свои ответы, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответах материалы монографической литературы.

Оценка «хорошо» соответствует твердым знаниям материала обучающимся, который грамотно и, по существу, излагает свои ответы, не допуская существенных неточностей.

Оценка «удовлетворительно» соответствует базовому уровню освоения материала обучающимся, при котором освоен основной материал, но не усвоены его детали, в ответах присутствуют неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности.

Отметка «зачтено» соответствует, как минимум, базовому уровню освоения материала программы, при котором обучающийся владеет необходимыми знаниями, умениями и навыками, умеет применять теоретические положения для решения типовых практических задач.

Оценку «неудовлетворительно» / отметку «не зачтено» получает обучающийся, который не знает значительной части материала программы, допускает в ответах существенные ошибки, не выполнил все обязательные задания, предусмотренные программой. Как правило, такие обучающиеся не могут продолжить обучение без дополнительных занятий.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ V45 Reliability and Safety Engineering : , Karanki, Durga Rao. , Ajit, Srividya. , Verma, Ajit Kumar. , London: Springer London, 2016

2. 681.5 Б48 Надежность и техническая диагностика систем : учебное пособие, Березкин Е.Ф., Москва: НИЯУ МИФИ, 2012

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 62 К72 Yflt;yjcnm nt[ybxtcrb[cbcntv b eghfdktybt hbcrjv : ext,yjt gjcj,bt lkz depjd, Костерев В.В., Москва: МИФИ, 2008

2. 681.5 С53 Надежность автоматических устройств : методики решения задач: учебное пособие, Снегирев А.А., Москва: МИФИ, 2007

3. 681.5 С53 Надежность автоматических устройств : методические указания к выполнению домашнего задания, Снегирев А.А., Москва: МИФИ, 2007

4. 62 Т80 Новый подход к обеспечению надежности сложных систем : , Труханов В.М., Москва: Спектр, 2010

5. 519 В58 Оценки и доверительные интервалы : учеб. пособие для вузов, Власов В.А., М.: МИФИ, 2006

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

https://online.mephi.ru/

http://library.mephi.ru/

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

1. Указания для прослушивания лекций

Перед началом занятий внимательно ознакомиться с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы.

Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю. Не надо опасаться, что вопросы могут быть простыми.

На лекции основное внимание следует уделять формулам, содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач.

В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности возвращаться к основным понятиям и методам решения задач (здесь возможен выборочный контроль знаний студентов).

Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными литературными источниками и вновь появляющимися источниками.

2. Указания для участия в семинарских занятиях

Перед посещением семинара уяснить тему семинара и самостоятельно изучить связанные с ней понятия и методы решения задач.

Перед решением задач активно участвовать в обсуждении с преподавателем основных понятий, связанных с темой семинара.

В процессе решения задач вести дискуссию с преподавателем о правильности применения методов их решения.

По возможности самостоятельно доводить решение предлагаемых задач до окончательного итога.

В конце семинара при необходимости выяснить у преподавателя неясные вопросы.

3.Указания для выполнения самостоятельной работы

Получить у преподавателя задание и список рекомендованной литературы. Изучение теоретических вопросов следует проводить по возможности самостоятельно, но при затруднениях обращаться к преподавателю.

Подготовить письменный отчет о проделанной работе.

При выполнении фронтальных заданий по усмотрению преподавателя работа может быть оценена без письменного отчета на основе ответов на контрольные вопросы, при условии активной самостоятельной работы.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

1. Указания для проведения лекций

На первой вводной лекции сделать общий обзор содержания курса и отметить новые методы и подходы к решению задач, рассматриваемых в курсе. Дать перечень рекомендованной литературы и вновь появившихся литературных источников.

Перед изложением текущего лекционного материала напомнить об основных итогах, достигнутых на предыдущих лекциях. С этой целью задать несколько вопросов аудитории и осуществить выборочный контроль знания студентов.

Внимательно относиться к вопросам студентов и при необходимости давать дополнительные более подробные пояснения.

При чтении лекций преимущественное внимание следует уделять качественным вопросам, не следует увлекаться простыми математическими выкладками, оставляя их либо на студентов, либо отсылая студентов к литературным источникам и методическим пособиям.

В процессе лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям (здесь возможен выборочный контроль знаний студентов).

Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

Давать рекомендации студентам для подготовки к очередным семинарам.

На последней лекции уделить время для обзора наиболее важных положений, рассмотренных в курсе.

2. Указания для проведения семинарских занятий

Четко обозначить тему семинара.

Обсудить основные понятия, связанные с темой семинара.

В процессе решения задач вести дискуссию со студентами о правильности применения теоретических знаний.

Отмечать студентов, наиболее активно участвующих в решении задач и дискуссиях.

В конце семинара задать аудитории несколько контрольных вопросов.

3.Указания по контролю самостоятельной работы студентов

По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивидуальным или фронтальным.

При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе.

При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.

С целью контроля качества выполнения самостоятельной работы требовать индивидуальные отчеты (допустимо применять индивидуальные контрольные вопросы).

Автор(ы):

Лобашев Дмитрий Александрович