МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Надежность и техническая диагностика

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки (специальность): **25.05.03 Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования**
Направленность (профиль): **Техническая эксплуатация радиоэлектронного оборудования воздушных судов и аэропортов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **КИПР, Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры**
Курс: **3**
Семестр: **5, 6**
Учебный план набора 2011 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	5 семестр	6 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	26	44	часов
2	Практические занятия	10	18	28	часов
3	Лабораторные занятия	8	16	24	часов
4	Всего аудиторных занятий	36	60	96	часов
5	Из них в интерактивной форме	6	12	18	часов
6	Самостоятельная работа	36	48	84	часов
7	Всего (без экзамена)	72	108	180	часов
8	Подготовка и сдача экзамена		36	36	часов
9	Общая трудоемкость	72	144	216	часов
		2.0	4.0	6.0	З.Е

Зачет: 5 семестр
Экзамен: 6 семестр

Согласована на портале № 9404

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 6/2016 от « 3 » 11 2016 г.

Томск 2017

Согласована на портале № 9404

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 25.05.03 Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования , утвержденного 2016-09-12 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

доцент каф. КИПР _____ Озеркин Д. В.

Заведующий обеспечивающей каф. КИПР _____ Карабан В. М.

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан РКФ _____ Озеркин Д. В.

Заведующий выпускающей каф. КИПР _____ Карабан В. М.

Эксперты:

профессор кафедра КИПР _____ Масалов Е. В.

Согласована на портале № 9404

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью преподавания дисциплины является ознакомление студентов с основными положениями теории надежности радиоэлектронной аппаратуры и методами технической диагностики.

1.2. Задачи дисциплины

– Основная задача теории надежности состоит в выявлении и математическом описании такого закона распределения, который отражал бы с высокой степенью достоверности объективную действительность.

– Основной задачей технической диагностики является распознавание технического состояния объекта в

– условиях ограниченной информации.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Надежность и техническая диагностика» (Б1.Б.34) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Введение в специальность, История авиации и космонавтики, Схемотехника.

Последующими дисциплинами являются: Научно-исследовательская работа, Энергосиловое оборудование воздушных судов и аэропортов.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-2 готовностью к проведению испытаний и определению работоспособности установленного, эксплуатируемого и ремонтируемого транспортного радиоэлектронного оборудования;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** - основные положения теории надежности для проведения испытаний и определения работоспособности установленного, эксплуатируемого и ремонтируемого электронного средства; - некоторые методы исследований, эксплуатации и проведения экспериментальных работ для объектов профессиональной деятельности с точки зрения теории надежности.

– **уметь** проводить элементарные инженерные расчеты, необходимые в дальнейшем для осуществления технического контроля и управления качеством изделий, продукции и услуг;

– **владеть** - навыками схемотехнического моделирования для разработки обобщенных вариантов решения проблемы, анализа этих вариантов, прогнозирования последствий, нахождения компромиссных решений.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		5 семестр	6 семестр
Аудиторные занятия (всего)	96	36	60
Лекции	44	18	26
Практические занятия	28	10	18
Лабораторные занятия	24	8	16
Из них в интерактивной форме	18	6	12
Самостоятельная работа (всего)	84	36	48

Согласована на портале № 9404

Оформление отчетов по лабораторным работам	20	8	12
Проработка лекционного материала	29	12	17
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	35	16	19
Всего (без экзамена)	180	72	108
Подготовка и сдача экзамена	36		36
Общая трудоемкость час	216	72	144
Зачетные Единицы Трудоемкости	6.0	2.0	4.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

№	Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1	Основные понятия и определения теории надежности	4	0	0	2	6	ПК-2
2	Виды объектов, виды состояний объектов и характе-ристики состояний объектов	4	0	0	2	6	ПК-2
3	Количественные характеристики надежности	4	10	8	24	46	ПК-2
4	Некоторые важные для теории надежности законы распределения случайных величин	6	0	0	8	14	ПК-2
5	Выбор номенклатуры показателей надежности и задание требований по надежности	4	0	0	4	8	ПК-2
6	Расчет надежности по внезапным отказам	4	16	0	19	39	ПК-2
7	Надежность резервированных систем	6	2	0	6	14	ПК-2
8	Испытания на надежность	6	0	0	4	10	ПК-2
9	Статистические характеристики надежности устройств в условиях испытаний и эксплуатации	6	0	16	15	37	ПК-2
	Итого	44	28	24	84	180	

Согласована на портале № 9404

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
1 Основные понятия и определения теории надежности	Понятие надежности. Свойства, характеризующие надежность: безотказность, долговечность, ремонтопригодность, сохраняемость	4	ПК-2
	Итого	4	
2 Виды объектов, виды состояний объектов и характе-ристики состояний объектов	Понятия восстановления, технического обслуживания и ремонта. Восстанавливаемые и невосстанавливаемые, об-служиваемые и необслуживаемые, ремонтируемые и нере-монтируемые объекты	4	ПК-2
	Итого	4	
3 Количественные характеристики надежности	Показатели безотказности. Набор показателей безотказно-сти для различных видов объектов. Показатели безотказно-сти невосстанавливаемых изделий	4	ПК-2
	Итого	4	
4 Некоторые важные для теории надежности законы распределения случайных величин	Распределение Пуассона. Нормальное распределение времени безотказной работы при постепенных отказах	6	ПК-2
	Итого	6	
Итого за семестр		18	
6 семестр			
5 Выбор номенклатуры показателей надежности и задание требований по надежности	Выбор номенклатуры показателей надежности	4	ПК-2
	Итого	4	
6 Расчет надежности по внезапным отказам	Нормирование значений величин вероятности безотказной работы и интенсивности отказов. Коэффициент нагрузки ЭРЭ	4	ПК-2
	Итого	4	
7 Надежность резервированных систем	Методы и средства повышения надежности РЭС. Виды ре-зервирования. Кратность резервирования, дублирование. Классификация резерва в зависимости	6	ПК-2

Согласована на портале № 9404

	от режима работы		
	Итого	6	
8 Испытания на надежность	Виды и планы испытаний на надежность при проектирова-нии, производстве и эксплуатации изделий. Контрольные выборочные испытания на надежность по методы одно-кратной выборки	6	ПК-2
	Итого	6	
9 Статистические характеристики надежности устройств в условиях испытаний и эксплуатации	Доверительные вероятности, доверительные интервалы и методы исключения грубых ошибок измерения при опреде-лении статистических характеристик надежности	6	ПК-2
	Итого	6	
Итого за семестр		26	
Итого		44	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представ-лены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

№	Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Предшествующие дисциплины										
1	Введение в специальность	+	+							
2	История авиации и космонавтики	+	+							+
3	Схемотехника							+		
Последующие дисциплины										
1	Научно-исследовательская работа					+		+	+	+
2	Энергосиловое оборудование воздушных судов и аэропортов			+	+	+	+	+		

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5. 4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

	Виды занятий	Формы контроля

Согласована на портале № 9404

Компетенции	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	
ПК-2	+	+	+	+	Домашнее задание, Экзамен, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Компонент своевременности, Опрос на занятиях, Зачет

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы	Интерактивные практические занятия	Интерактивные лабораторные занятия	Интерактивные лекции	Всего
5 семестр				
Мозговой штурм	2	2	2	6
Итого за семестр:	2	2	2	6
6 семестр				
Приглашение специалистов	4	4	4	12
Итого за семестр:	4	4	4	12
Итого	6	6	6	18

7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

Названия разделов	Содержание лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
3 Количественные характеристики надежности	Статистические исследования производственных погрешностей параметров РЭА по методу Монте-Карло. Часть 1 - Статистическое исследование по методу Монте-Карло в системе MathCAD	4	ПК-2
	Статистические исследования производственных погрешностей	4	

Согласована на портале № 9404

	параметров РЭА по методу Мон-те-Карло. Часть 2 - Статистиче-ское исследование по методу Монте-Карло в системе MicroCAP		
	Итого	8	
Итого за семестр		8	
6 семестр			
9 Статистические характеристики надежности устройств в условиях испытаний и эксплуатации	Полный факторный эксперимент при анализе надежности технических систем. Часть 1 - Предварительный этап	4	ПК-2
	Полный факторный эксперимент при анализе надежности технических систем. Часть 2 – Реализация вычислительного эксперимента	4	
	Обработка статистических данных. Часть 1 – Построение вариационного ряда, исключение грубых ошибок	4	
	Обработка статистических данных. Часть 2 – Построение ряда распределения, расчет и построе-ние эмпирических кривых распределения	4	
	Итого	16	
Итого за семестр		16	
Итого		24	

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
3 Количественные характеристики надежности	Вероятность безотказной работы. Интенсивность отказов. Частота отказов	2	ПК-2
	Средняя наработка до первого отказа. Наработка на отказ	4	
	Параметр потока отказов	4	
	Итого	10	
Итого за семестр		10	
6 семестр			
6 Расчет надежности по внезапным отказам	Определение наработки на отказ по данным наблюдения за работой всех	4	ПК-2

Согласована на портале № 9404

	изделий		
	Расчет интенсивности отказов и частоты отказов для определенного момента времени	4	
	Определение интенсивностей отка-зов элементов РЭА в зависимости от условий работы	4	
	Окончательный расчет надежности невосстанавливаемых объектов с учетом режимов работы элементов	4	
	Итого	16	
7 Надежность резервированных систем	Методы расчета надежности резер-вированных систем	2	ПК-2
	Итого	2	
Итого за семестр		18	
Итого		28	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
5 семестр				
1 Основные понятия и определения теории надежности	Проработка лекционного материала	2	ПК-2	Зачет, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Итого	2		
2 Виды объектов, виды состояний объектов и характе-ристики состояний объектов	Проработка лекционного материала	2	ПК-2	Зачет, Компонент своевременности, Опрос на занятиях
	Итого	2		
3 Количественные характеристики надежности	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-2	Домашнее задание, Зачет, Защита отчета, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		

Согласована на портале № 9404

	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	24		
4 Некоторые важные для теории надежности законы распределения случайных величин	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-2	Домашнее задание, Зачет, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	8		
Итого за семестр		36		
6 семестр				
5 Выбор номенклатуры показателей надежности и задание требований по надежности	Проработка лекционного материала	4	ПК-2	Зачет, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Итого	4		
6 Расчет надежности по внезапным отказам	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-2	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Экзамен
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		
	Проработка лекционного материала	3		
	Итого	19		
7 Надежность резервированных систем	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ПК-2	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	3		
	Итого	6		
8 Испытания на надежность	Проработка лекционного материала	4	ПК-2	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Экзамен
	Итого	4		
9 Статистические характеристики надежности устройств в условиях испытаний и эксплуатации	Проработка лекционного материала	3	ПК-2	Защита отчета, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	3		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	3		

Согласована на портале № 9404

	Оформление отчетов по лабораторным работам	3		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	3		
	Итого	15		
Итого за семестр		48		
	Подготовка к экзамену	36		Экзамен
Итого		120		

10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Бальные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
5 семестр				
Домашнее задание	5	5	5	15
Зачет	5	10	10	25
Защита отчета	5	5	5	15
Компонент своевременности	5	5	5	15
Конспект самоподготовки	5	5	5	15
Опрос на занятиях	5	5	5	15
Итого максимум за период	30	35	35	100
Нарастающим итогом	30	65	100	100
6 семестр				
Домашнее задание	4	4	4	12
Зачет	4	8	10	22
Защита отчета	4	4	4	12
Конспект самоподготовки	4	4	4	12
Опрос на занятиях	4	4	4	12
Итого максимум за период	20	24	26	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	20	44	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Согласована на портале № 9404

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Теория надежности: Учебное пособие / Козлов В. Г. - 2012. 138 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1274, свободный.

12.2. Дополнительная литература

1. Основы теории надежности. Практикум: Учебное пособие для вузов / А.М.Половко, С.В.Гуров. – СПб: БХВ-Петербург, 2006. – 557 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)
2. Основы теории надежности. Учебное пособие для вузов / А.М.Половко, С.В.Гуров. – СПб: БХВ-Петербург, 2006. – 702 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)

12.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Теория надежности: Лабораторный практикум / Озеркин Д. В. - 2012. 133 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1356, свободный.
2. Теория надежности для специальности 210201: Методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе студентов / Козлов В. Г. - 2012. 20 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1716, свободный.

12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. 1. ГОСТ 21317-87 Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Методы испытаний на надежность
2. 2. ГОСТ 25359-82 Изделия электронной техники. Общие требования по надежности и методы испытаний
3. 3. ГОСТ CISPR 14-2-2016 Электромагнитная совместимость. Требования для бытовых приборов, электрических инструментов и аналогичных аппаратов. Часть 2. Помехоустойчивость. Стандарт для группы однородной продукции

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Автоматизированное рабочее место инженера-конструктора (12 шт.).

Согласована на портале № 9404

Серверная станция (1 шт.).
Ноутбук ASUS A6JC (1 шт.).
Принтер ч/б Xerox Phaser 3125 (1 шт.).
Принтер цветной HP Color LJ 3600 (1 шт.).
Мультимедийный проектор Toshiba TDPT350 (1 шт.).
Сканер Mustek P3600 (1 шт.)

14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Без рекомендаций.

Согласована на портале № 9404

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Надежность и техническая диагностика

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки (специальность): **25.05.03 Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования**
Направленность (профиль): **Техническая эксплуатация радиоэлектронного оборудования воздушных судов и аэропортов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **КИПР, Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры**
Курс: **3**
Семестр: **5, 6**

Учебный план набора 2011 года

Разработчики:

- доцент каф. КИПР Озеркин Д. В.

Зачет: 5 семестр
Экзамен: 6 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 9404

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ПК-2	готовностью к проведению испытаний и определению работоспособности установленного, эксплуатируемого и ремонтируемого транспортного радиоэлектронного оборудования	Должен знать - основные положения теории надежности для проведения испытаний и определения работоспособности установленного, эксплуатируемого и ремонтируемого электронного средства; - некоторые методы исследований, эксплуатации и проведения экспериментальных работ для объектов профессиональной деятельности с точки зрения теории надежности.; Должен уметь проводить элементарные инженерные расчеты, необходимые в дальнейшем для осуществления технического контроля и управления качеством изделий, продукции и услуг;; Должен владеть - навыками схемотехнического моделирования для разработки обобщенных вариантов решения проблемы, анализа этих вариантов, прогнозирования последствий, нахождения компромиссных решений.;

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем

Согласована на портале № 9404

Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-2

ПК-2: готовностью к проведению испытаний и определению работоспособности установленного, эксплуатируемого и ремонтируемого транспортного радиоэлектронного оборудования.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	основные положения теории надежности для проведения испытаний и определения работоспособности установленного, эксплуатируемого и ремонтируемого транспорта и транспортного оборудования; наиболее важные требования при разработке технически обоснованных норм выработки, норм обслуживания оборудования; некоторые методы исследований, проектирования и проведения экспериментальных работ для объектов профессиональной деятельности с точки зрения теории надежности.	осуществлять простейший надзор за безопасной эксплуатацией транспорта и транспортного оборудования; проводить элементарные инженерные расчеты, необходимые в дальнейшем для осуществления технического контроля и управления качеством изделий, продукции и услуг.	навыками схемотехнического моделирования для разработки обобщенных вариантов решения проблемы, анализа этих вариантов, прогнозирования последствий, нахождения компромиссных решений.
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;

Согласована на портале № 9404

	• Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	
Используемые средства оценивания	• Домашнее задание; • Опрос на занятиях; • Экзамен; • Зачет; • Конспект самоподготовки; • Зачет; • Экзамен;	• Домашнее задание; • Опрос на занятиях; • Экзамен; • Зачет; • Конспект самоподготовки; • Зачет; • Экзамен;	• Домашнее задание; • Экзамен; • Зачет; • Зачет; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• отлично разбирается в основных положениях теории надежности при проведения испытаний и определения работоспособности установленного, эксплуатируемого и ремонтируемого транспорта и транспортного оборудования;; • отлично знает наиболее важные требования при разработке технически обоснованных норм выработки, норм обслуживания оборудования; ; • отлично знает некоторые методы исследований, проектирования и проведения экспериментальных работ для объектов профессиональной деятельности с точки зрения теории надежности;;	• отлично осуществляет простейший надзор за безопасной эксплуатацией транспорта и транспортного оборудования;; • отлично проводит элементарные инженерные расчеты, необходимые в дальнейшем для осуществления технического контроля и управления качеством изделий, продукции и услуг;;	• отлично владеет навыками схемотехнического моделирования для разработки обобщенных вариантов решения проблемы, анализа этих вариантов, прогнозирования последствий, нахождения компромиссных решений;;
Хорошо (базовый уровень)	• хорошо разбирается в основных положениях теории надежности при проведения испытаний	• хорошо осуществляет простейший надзор за безопасной эксплуатацией	• хорошо владеет навыками схемотехнического моделирования для

Согласована на портале № 9404

	и определения работоспособности эксплуатируемого транспортного оборудования;; • хорошо знает требования при разработке технически обоснованных норм выработки, норм обслуживания оборудования;; • хорошо знает некоторые методы исследований и проектирования для объектов профессиональной деятельности с точки зрения теории надежности;;	транспорта;; • хорошо проводит элементарные инженерные расчеты, необходимые в дальнейшем для осуществления технического контроля;;	разработки обобщенных вариантов решения проблемы и анализа этих вариантов;;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• посредственно разбирается в основных положениях теории надежности при проведения испытаний транспортного оборудования;; • посредственно знает наиболее важные требования при разработке технически обоснованных норм выработки оборудования;; • посредственно знает некоторые методы исследований для объектов профессиональной деятельности с точки зрения теории надежности.;	• посредственно осуществляет простейший надзор за безопасной эксплуатацией транспорта;; • посредственно проводит элементарные инженерные расчеты, необходимые в дальнейшем для осуществления технического контроля.;	• посредственно владеет навыками схемотехнического моделирования.;

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Вопросы на самоподготовку

– 8. Классификация факторов, влияющих на надежность. Временные параметры, характеризующие надежность. Основные сведения о расчете надежности.

– 1. Виды состояний объектов. Отказ. Виды отказов. Дефект.

Согласована на портале № 9404

– 7. Показатели безотказности восстанавливаемых изделий. Показатели долговечности. Показатели сохраняемости. Показатели ремонтопригодности.

– 6. Распределение времени безотказной работы по закону Релея. Распределение времени безотказной работы по закону Вейбулла.

– 5. Определение интенсивностей отказов элементов РЭО в зависимости от условий работы. Окончательный расчет надежности невосстанавливаемых объектов с учетом режимов работы элементов.

– 4. Классификация резервирования по способам включения, по методам включения, по кратности. Методы расчета надежности резервированных систем.

– 3. Контрольные выборочные последовательные испытания на надежность. Контрольные и определительные испытания на ремонтопригодность. Определительные испытания на долговечность, сохраняемость, безотказность.

– 2. Определение доверительного интервала и минимального числа измерений при нормальном распределении времени безотказной работы.

3.2 Зачёт

– 1. В чем заключается основное различие метода статистического анализа на ЭВМ и экспериментального статистического метода?

– 2. Каковы недостатки аналитического вероятностного метода исследования?

– 3 Почему возрастает объем исходной информации в случае статистического анализа интегральных схем РЭА?

– 4. Какие процедуры включает в себя схема вычислений при использовании метода Монте-Карло?

– 5. Что такое тяжелый режим работы ЭРЭ?

– 6. Каково должно быть количество необходимых испытаний по методу Монте-Карло?

– 7. Каковы погрешности оценки математического ожидания и средне-квадратичного отклонения при использовании метода Монте-Карло?

– 8. В чем заключается сложность алгоритма выработки псевдослучайных значений параметров ЭРЭ xi?

3.3 Темы домашних заданий

– На испытание поставлено 1000 однотипных электронных ламп. За первые 3000 часов отказало 80 ламп. За интервал времени 3000 – 4000 часов отказало еще 50 ламп. Найти вероятность безотказной работы и вероятность отказа электронных ламп за время 4000 часов.

– На испытании находилось 1000 однотипных ламп. Число отказавших ламп учитывалось через каждые 1000 часов работы. Данные об отказах ламп сведены в таблице. Требуется определить вероятность безотказной работы, частоту отказов и интенсивности отказов в функции времени, построить графики этих функций. Необходимо также найти среднюю наработку до первого отказа.

– В течение некоторого времени проводилось наблюдение за работой 3 экземпляров восстанавливаемых изделий. Первый образец проработал 300 часов и имел 1 отказ. Второй образец проработал 600 часов и имел 3 отказа. Третий образец проработал 400 часов и имел 2 отказа. Требуется определить наработку на отказ по данным наблюдения за работой всех изделий.

– Интенсивность отказов изделия = 0.82□10□3 час□1 = const. Необходимо найти вероятность безотказной работы в течение 6 часов полета самолета P(6), частоту отказов a(100) при t = 100 часов и среднюю наработку до первого отказа TCP.

– Задача 1. Система состоит из 5 приборов, имеющих разную надежность. Известно, что каждый из приборов, проработав вне системы 256, 540, 780, 250 и 900 часов, имел 6, 8, 10, 4 и 12 отказов, соответственно. Для каждого из приборов справедлив экспоненциальный закон надежности. Необходимо найти наработку на отказ всей системы. Задача 2. Аппаратура связи состоит из 2000 элементов, средняя интенсивность отказов которых 0.33□10-5 час-1. Необходимо определить вероятность безотказной работы аппаратуры в течение 200 часов и среднюю наработку до первого отказа.

– Задача 1. Система состоит из 20 приборов. Надежность приборов характеризуется

Согласована на портале № 9404

вероятностью безотказной работы в течение времени t, которая равна: p1(t) = 0.98; p2(t) = 0.94; p3(t) = 0.99; p4,5,6(t) = 0.997; p7,8,9(t) = 0.965; p10(t) = 0.95; p11(t) = 0.997; p12(t) = 0.975; p13(t) = 0.985; p14(t) = 0.97; p15,16,17(t) = 0.96; p18,19(t) = 0.995; p20(t) = 0.945. Необходимо определить вероятность безотказной работы системы двумя способами. Задача 2. Изделие состоит из 3 групп приборов. Отказы приборов первой группы подчинены экспоненциальному закону с интенсивностью отказов = 1⋅10-4 ч-1, отказы приборов второй группы – нормальному закону с параметрами T1 = 7200 ч и = 2000 ч, отказы приборов третьей группы – закону Вейбулла с параметрами 0 = 0.1⋅10-5 ч-1 и k = 1.5. Требуется определить вероятность безотказной работы в течение времени 100 ч. Задача 3. Вероятность безотказной работы системы в течение времени t равна PC(t) = 0.96. Система состоит из 100 равнонадежных элементов. Необходимо найти вероятность безотказной работы элемента.

– Задача 1. Система состоит из трех устройств. Вероятность безотказной работы каждого из них в течение времени t = 100 ч равна: p1(100) = 0.95; p2(100) = 0.96; p3(100) = 0.97. Справедлив экспоненциальный закон надежности. Необходимо вычислить среднюю наработку до первого отказа системы. Задача 2. Схема расчета надежности приведена на рисунке. Необходимо найти вероятность безотказной работы изделия, если известны вероятности отказов элементов.

3.4 Темы опросов на занятиях

– Понятие надежности. Свойства, характеризующие надежность: безотказность, долговечность, ремонтопригодность, сохраняемость

– Понятия восстановления, технического обслуживания и ремонта. Восстанавливаемые и невосстанавливаемые, об-служиваемые и необслуживаемые, ремонтируемые и нере-монтируемые объекты

– Показатели безотказности. Набор показателей безотказно-сти для различных видов объектов. Показатели безотказно-сти невосстанавливаемых изделий

– Распределение Пуассона. Нормальное распределение времени безотказной работы при постепенных отказах

– Выбор номенклатуры показателей надежности

– Нормирование значений величин вероятности безотказной работы и интенсивности отказов. Коэффициент нагрузки ЭРЭ

– Методы и средства повышения надежности РЭС. Виды ре-зервирования. Кратность резервирования, дублирование. Классификация резерва в зависимости от режима работы

– Виды и планы испытаний на надежность при проектирова-нии, производстве и эксплуатации изделий. Контрольные выборочные испытания на надежность по методы одно-кратной выборки

– Доверительные вероятности, доверительные интервалы и методы исключения грубых ошибок измерения при опреде-лении статистических характеристик надежности

3.5 Экзаменационные вопросы

– Теоретический вопрос: Понятие надежности. Свойства, характеризующие надежность: безотказность, долговечность, ремонтопригодность, сохраняемость. Задача: На испытание поставлено 100 однотипных изделий. За 4000 часов отказало 50 изделий. За интервал времени 4000 – 4100 часов отказало еще 20 изделий. Требуется определить частоту и интенсивность отказов изделий в промежутке времени 4000 – 4100 часов.

– Теоретический вопрос: Понятия восстановления, технического обслуживания и ремонта. Восстанавливаемые и невосстанавливаемые, обслуживаемые и необслуживаемые, ремонтируемые и неремонтируемые объекты. Задача: В результате наблюдения за 45 образцами радиоэлектронного оборудования получены данные до первого отказа всех 45 образцов, сведенных в таблицу. Требуется определить вероятность безотказной работы, частоту отказов и интенсивность отказов в функции времени, построить графики этих функций, а также найти среднюю наработку до первого отказа.

– Теоретический вопрос: Показатели безотказности. Набор показателей безотказности для различных видов объектов. Показатели безотказности невосстанавливаемых изделий. Задача: В течение некоторого времени проводилось наблюдение за работой 5 экземпляров

Согласована на портале № 9404

восстанавливаемых изделий. Первый образец проработал 90 часов и имел 3 отказа. Второй образец проработал 270 часов и имел 6 отказов. Третий образец проработал 140 часов и имел 4 отказа. Четвертый образец проработал 230 часов и имел 5 отказов. Пятый образец проработал 180 часов и имел 3 отказа. Требуется определить наработку на отказ по данным наблюдения за работой всех изделий.

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Теория надежности: Учебное пособие / Козлов В. Г. - 2012. 138 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1274, свободный.

4.2. Дополнительная литература

1. Основы теории надежности. Практикум: Учебное пособие для вузов / А.М.Половко, С.В.Гуров. – СПб: БХВ-Петербург, 2006. – 557 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)
2. Основы теории надежности. Учебное пособие для вузов / А.М.Половко, С.В.Гуров. – СПб: БХВ-Петербург, 2006. – 702 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)

4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Теория надежности: Лабораторный практикум / Озеркин Д. В. - 2012. 133 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1356, свободный.
2. Теория надежности для специальности 210201: Методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе студентов / Козлов В. Г. - 2012. 20 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1716, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. 1. ГОСТ 21317-87 Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Методы испытаний на надежность
2. 2. ГОСТ 25359-82 Изделия электронной техники. Общие требования по надежности и методы испытаний
3. 3. ГОСТ CISPR 14-2-2016 Электромагнитная совместимость. Требования для бытовых приборов, электрических инструментов и аналогичных аппаратов. Часть 2. Помехоустойчивость. Стандарт для группы однородной продукции

Согласована на портале № 9404