МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теоретические основы конструирования и надёжности радиоэлектронных средств

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**
Направленность (профиль) / специализация: **Проектирование и технология радиоэлектронных средств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **КИПР, Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	36	36	часов
2	Практические занятия	36	36	часов
3	Лабораторные работы	20	20	часов
4	Всего аудиторных занятий	92	92	часов
5	Самостоятельная работа	52	52	часов
6	Всего (без экзамена)	144	144	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	180	180	часов
		5.0	5.0	З.Е.

Экзамен: 5 семестр

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 23.08.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск 2018

Согласована на портале № 33753

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 16 от «29» 3 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, утвержденного 12.11.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КИПР «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

Доцент каф. КИПР _____ Ю. П. Кобрин

Заведующий обеспечивающей каф. КИПР _____ В. М. Карабан

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РКФ _____ Д. В. Озеркин

Заведующий выпускающей каф. КИПР _____ В. М. Карабан

Эксперты:

Доцент кафедры конструирования и производства радиоаппаратуры (КИПР) _____ А. А. Чернышев

Профессор кафедры конструирования и производства радиоаппаратуры (КИПР) _____ Е. В. Масалов

Согласована на портале № 33753

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

- изучение основных положений теории надежности радиоэлектронной аппаратуры и методами обеспечения надежности;

- научить применять теоретические знания в области обеспечения надёжности РЭС при современных технологиях производства и жёстких условиях эксплуатации РЭС.

1.2. Задачи дисциплины

– изучение теоретических основ анализа и синтеза РЭС;

– изучение основ теории надежности технических систем;

– овладение методами и современными инструментальными средствами исследования и оценки надежности РЭС;

– изучение методов повышения эффективности РЭС;

– использование информационных технологий при проектировании РЭС с требуемыми характеристиками надежности.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Теоретические основы конструирования и надёжности радиоэлектронных средств» (Б1.В.ОД.4) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Материалы и компоненты электронных средств, Теоретические основы технологии радиоэлектронных средств, Тепломассообмен в радиоэлектронных средствах 1.

Последующими дисциплинами являются: Автоматизированное проектирование РЭС, Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, Научно-исследовательская работа, Основы конструирования электронных средств, Преддипломная практика, Преддипломный курс проектирования и технологии радиоэлектронных средств, Тепломассообмен в радиоэлектронных средствах 2.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-5 готовностью осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчёта и проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** основные положения теории надежности, основные факторы, определяющие надежность функционирования РЭС, показатели надежности элементов и РЭС в целом; методы анализа и расчета надежности РЭС, обеспечивающие повышение их качества и эффективности.

– **уметь** проводить элементарные инженерные расчеты, необходимые в дальнейшем для осуществления технического контроля и управления качеством изделий, продукции и услуг; анализировать результаты моделирования и теоретических расчётов с целью принятия мер по практическому повышению надёжности РЭС с учётом взаимосвязанных внешних и внутренних электрических, механических и тепловых воздействий;

– **владеть** навыками теоретического обоснования выбора схемных и конструктивных решений РЭС, обеспечивающих повышение их надёжности в процессе конструирования, изготовления и эксплуатации изделий; навыками проведения инженерных расчётов и математического моделирования на компьютере с целью определения влияния дестабилизирующих факторов на надёжность РЭС; навыками постановки и решении задач случайного разброса параметров конструкций и технологии РЭС с применением теории вероятностей и статистики.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		5 семестр

Согласована на портале № 33753

Аудиторные занятия (всего)	92	92
Лекции	36	36
Практические занятия	36	36
Лабораторные работы	20	20
Самостоятельная работа (всего)	52	52
Оформление отчетов по лабораторным работам	17	17
Проработка лекционного материала	10	10
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	25	25
Всего (без экзамена)	144	144
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	180	180
Зачетные Единицы	5.0	5.0

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	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
5 семестр						
1 Введение. Основные понятия и определения теории надежности.	4	0	0	1	5	ПК-5
2 Количественные характеристики надежности.	5	12	0	10	27	ПК-5
3 Законы распределения случайных величин при анализе надёжности РЭС.	4	4	0	4	12	ПК-5
4 Анализ структурных схем надёжности РЭС. Резервирование радиоэлектронных средств.	3	4	0	5	12	ПК-5
5 Методы расчёта надёжности РЭС. Надежность восстанавливаемых и невосстанавливаемых РЭС.	5	16	0	10	31	ПК-5
6 Задачи оптимизации в конструировании и технологии РЭС	3	0	0	1	4	ПК-5
7 Математические модели РЭС и технологических процессов. Вероятностное описание параметров РЭС.	4	0	8	9	21	ПК-5
8 Автоматизированная система обеспечения надёжности и качества РЭС "АСОНИКА".	2	0	0	1	3	ПК-5
9 Обеспечение надежности РЭС при их разработке.	2	0	0	1	3	ПК-5

Согласована на портале № 33753

10 Статистическое моделирование параметров конструкций и технологических процессов.	4	0	12	10	26	ПК-5
Итого за семестр	36	36	20	52	144	
Итого	36	36	20	52	144	

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 Введение. Основные понятия и определения теории надежности.	Понятие надёжности. Системы и элементы систем. Отказы и неисправности РЭС. Математические основы надёжности. Графическое изображение событий. Основные показатели надёжности. Жизненный цикл РЭС и обеспечение надёжности на каждой стадии его жизни.	4	ПК-5
	Итого	4	
2 Количественные характеристики надежности.	Количественные показатели безотказности РЭС. Вероятность безотказной работы. Средняя наработка до отказа (среднее время безотказной работы) и средняя наработка на отказ. Плотность вероятности отказа (частота отказов). Гамма-процентная наработка до отказа. Интенсивность отказов. Параметр потока отказов. Единичные показатели ремонтопригодности. Комплексные показатели надёжности РЭС. Рекомендации по выбору показателей надёжности для различных электронных средств.	5	ПК-5
	Итого	5	
3 Законы распределения случайных величин при анализе надёжности РЭС.	Поток событий. Законы распределения случайных величин при анализе надёжности РЭС. Биномиальный закон распределения. Распределение Пуассона. Экспоненциальное распределение. Нормальное распределение. Распределение Вейбулла. Гамма-распределение. Гамма-распределение.	4	ПК-5
	Итого	4	
4 Анализ структурных схем надёжности РЭС. Резервирование радиоэлектронных средств.	Введение.Последовательная модель надёжности. Параллельная модель надёжности. Метод преобразования сложной логической структуры по базовому элементу. Методы резервирования. Резервирование замещением. Постоянное резервирование. Общее резервирование. Поэлементное резервирование. Раздельное резервирование. Смешанное резервирование. Рекомендации по выбору способа резервирования.	3	ПК-5

Согласована на портале № 33753

	Итого	3	
5 Методы расчёта надёжности РЭС. Надежность восстанавливаемых и невосстанавливаемых РЭС.	Основные положения. Задачи, решаемые при расчёте надёжности. Классификация методов расчёта. Прикидочный расчёт надёжности. Расчёт по усреднённой интенсивности отказов. Расчёт по показателю надёжности. Ориентировочный расчёт надёжности. Окончательный расчёт надёжности. Коэффициенты степени жёсткости условий эксплуатации. Соотношения для расчёта коэффициентов нагрузки типовых ЭРЭ. Коэффициенты электрической нагрузки элементов. Очерёдность проведения расчётов надежности РЭС.	5	ПК-5
	Итого	5	
6 Задачи оптимизации в конструировании и технологии РЭС	Понятие задач оптимизации. Общий порядок решения задач оптимизации. Способы построения целевой функции. Краткая характеристика математических методов решения задач оптимизации. Метод динамического программирования. Алгоритм оптимизации методом случайного поиска. Примеры решения задач оптимизации.	3	ПК-5
	Итого	3	
7 Математические модели РЭС и технологических процессов. Вероятностное описание параметров РЭС.	Понятие о моделировании и моделях надёжности. Регрессионные модели. Метод наименьших квадратов. Полный факторный эксперимент (ПФЭ). Планирование ПФЭ и его выполнение. Статистическая обработка результатов ПФЭ. Последовательность выполнения статистической обработки и проверки пригодности для практики построенной модели.	4	ПК-5
	Итого	4	
8 Автоматизированная система обеспечения надёжности и качества РЭС "АСОНИКА".	Реализация комплексного моделирования надёжности и качества РЭС в САПР "АСОНИКА". Подсистема концептуального комплексного макромоделирования АСОНИКА-П. Подсистема планирования и управления проектами АСОНИКА-У. Подсистема теплового моделирования АСОНИКА-Т. Подсистема аэродинамического моделирования АСОНИКА-А. Подсистема механического моделирования АСОНИКА-М. Подсистема тепломеханического моделирования АСОНИКА-ТМ. Подсистема расчёта надёжности АСОНИКА-К. Подсистема диагностического моделирования АСОНИКА-Д.	2	ПК-5
	Итого	2	
9 Обеспечение надежности РЭС при их разработке.	Организационные аспекты. Схемотехнические аспекты (Надежность схемотехнических решений. Надежность элементной базы). Конструкционные аспекты. (Надежность конструкционных решений. Надежность элементной базы). Программные проблемы (Надежность программного обеспечения). Проблемы дизайна. (Надежность пользовате-	2	ПК-5

Согласована на портале № 33753

	ля). Задачи тестирования (Надежность технологических процессов сборки. Надежность пользователя). Оформление конструкторской и пользовательской документации. (Надежность пользователя).		
	Итого	2	
10 Статистическое моделирование параметров конструкций и технологических процессов.	Статистическое моделирование как метод исследования параметров конструкций и технологических процессов.Основы моделирования случайных параметров. Моделирование случайных чисел с нормальным распределением. Методы получения случайных чисел с любым законом распределения. Моделирование дискретных случайных величин. Моделирование случайных чисел с биноминальным распределением. Моделирование случайных чиселс распределением Пуассона. Моделирование коррелированных случайных параметров с нормальными распределениями. Получение коррелированных случайных параметров с любыми законами распределения. Исследование выходных параметров РЭС и технологических процессов методом Монте-Карло. Моделирование производственных погрешностей параметров РЭС массового производства. Моделирование надёжности РЭС.	4	ПК-5
	Итого	4	
Итого за семестр		36	

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 представлены 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	10
Предшествующие дисциплины										
1 Материалы и компоненты электронных средств		+					+		+	
2 Теоретические основы технологии радиоэлектронных средств	+	+	+	+	+		+	+		+
3 Тепломассообмен в радиоэлектронных средствах 1					+				+	
Последующие дисциплины										
1 Автоматизированное проектирование РЭС		+	+	+	+	+			+	
2 Защита выпускной квалификационной работы,	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Согласована на портале № 33753

включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты										
3 Научно-исследовательская работа	+	+	+		+	+	+	+	+	+
4 Основы конструирования электронных средств	+	+	+		+	+	+	+	+	+
5 Преддипломная практика	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6 Преддипломный курс проектирования и технологии радиоэлектронных средств		+	+	+	+	+	+		+	+
7 Тепломассообмен в радиоэлектронных средствах 2					+	+			+	

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, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-5	+	+	+	+	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, Отчет по практическому занятию

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
7 Математические модели РЭС и технологических процессов. Вероятностное описание параметров	Полный факторный эксперимент при анализе надежности технических систем. Часть 1 - Предварительный этап	4	ПК-5
	Полный факторный эксперимент при анализе надежности технических систем. Часть 2 – Реализация вычислительного эксперимента	4	

Согласована на портале № 33753

РЭС.	Итого	8	
10 Статистическое моделирование параметров конструкций и технологических процессов.	Статистические исследования производственных погрешностей параметров РЭС по методу Монте-Карло. Часть 1 - Статистическое исследование по методу Монте-Карло в системе MathCAD.	4	ПК-5
	Статистические исследования производственных погрешностей параметров РЭС по методу Монте-Карло. Часть 2 - Статистическое исследование по методу Монте-Карло в системе MicroCAP.	4	
	Обработка статистических данных	4	
	Итого	12	
Итого за семестр		20	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
2 Количественные характеристики надежности.	Вероятность безотказной работы. Интенсивность отказов. Частота отказов.	4	ПК-5
	Средняя наработка до первого отказа. Наработка на отказ	4	
	Параметр потока отказов	4	
	Итого	12	
3 Законы распределения случайных величин при анализе надёжности РЭС.	Количественные характеристики надежности для распространенных законов распределения случайных величин	4	ПК-5
	Итого	4	
4 Анализ структурных схем надёжности РЭС. Резервирование радиоэлектронных средств.	Методы расчета надежности резервированных систем	4	ПК-5
	Итого	4	
5 Методы расчёта надёжности РЭС. Надежность восстанавливаемых и невосстанавливаемых РЭС.	Определение наработки на отказ по данным наблюдения за работой всех изделий	4	ПК-5
	Расчет интенсивности отказов и частоты отказов для определенного момента времени	4	
	Определение интенсивностей отказов элементов РЭА в зависимости от условий работы	4	
	Окончательный расчет надежности невосстанавливаемых объектов с учетом режимов работы элементов	4	

Согласована на портале № 33753

	Итого	16	
Итого за семестр		36	

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 Введение. Основные понятия и определения теории надежности.	Проработка лекционного материала	1	ПК-5	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Итого	1		
2 Количественные характеристики надежности.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	9	ПК-5	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	10		
3 Законы распределения случайных величин при анализе надёжности РЭС.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ПК-5	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	4		
4 Анализ структурных схем надёжности РЭС. Резервирование радиоэлектронных средств.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-5	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	5		
5 Методы расчёта надёжности РЭС. Надежность восстанавливаемых и невосстанавливаемых РЭС.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	9	ПК-5	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	10		
6 Задачи оптимизации в конструировании и технологии РЭС	Проработка лекционного материала	1	ПК-5	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Итого	1		
7 Математические модели РЭС и технологических	Проработка лекционного материала	1	ПК-5	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной
	Оформление отчетов по	8		

Согласована на портале № 33753

процессов. Вероятностное описание параметров РЭС.	лабораторным работам			работе, Тест
	Итого	9		
8 Автоматизированная система обеспечения надёжности и качества РЭС "АСОНИКА".	Проработка лекционного материала	1	ПК-5	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Итого	1		
9 Обеспечение надежности РЭС при их разработке.	Проработка лекционного материала	1	ПК-5	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Итого	1		
10 Статистическое моделирование параметров конструкций и технологических процессов.	Проработка лекционного материала	1	ПК-5	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	9		
	Итого	10		
Итого за семестр		52		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		88		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные 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				
Конспект самоподготовки	1	1	1	3
Опрос на занятиях	1	1	1	3
Отчет по лабораторной работе	5	10	10	25
Отчет по практическому занятию	10	10	10	30
Тест	3	3	3	9
Итого максимум за период	20	25	25	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	20	45	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 № 33753

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. 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.)

3. Теория надежности [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Козлов В. Г. - 2012. 138 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1274 (дата обращения: 10.07.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Кофанов, Юрий Николаевич. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности радиоэлектронных схем : Учебник для вузов / Ю. Н. Кофанов. - М. : Радио и связь, 1991. - 359[1] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 25 экз.)

2. Серафинович, Лев Платонович. Расчет надежности и конструирования радиоэлектронной аппаратуры : Справочное руководство / Л. П. Серафинович. - Томск : Издательство Томского университета, 1972. - 210 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 88 экз.)

3. Яншин, Аркадий Алексеевич. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности ЭВА : учебное пособие для вузов / А. А. Яншин. - М. : Радио и связь, 1983. - 311[1] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 52 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Теория надежности [Электронный ресурс]: Лабораторный практикум / Озеркин Д. В. - 2012. 133 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1356 (дата обращения: 10.07.2018).

2. Теория надежности для специальности 210201 [Электронный ресурс]: Методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе студентов / Козлов В. Г. - 2012. 20 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1716 (дата обращения: 10.07.2018).

3. Расчёт надёжности функционального узла РЭС [Электронный ресурс]: Методическое

Согласована на портале № 33753

пособие для выполнения практического занятия / Кондаков А. К. - 2012. 8 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1047 (дата обращения: 10.07.2018).

4. Обработка статистических данных, полученных при испытаниях на надёжность или при эксплуатации радиоэлектронных средств [Электронный ресурс]: Описание лабораторной работы по дисциплине «Теория надёжности» / Козлов В. Г. - 2012. 15 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1273 (дата обращения: 10.07.2018).

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Базы данных, доступ к которым оформлен библиотекой ТУСУРа в текущий момент времени. Список доступных баз данных см. по ссылке: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория автоматизированного проектирования / Лаборатория ГПО

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 403 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Сервер на базе компьютера Intel Pentium;
- Рабочие станции на базе компьютера Intel Core (12 шт.);
- Маркерная доска;
- Экран для проектора на подставке;
- Мультимедийный проектор TOSHIBA;
- Телевизор-монитор SAMSUNG;
- Комплект специализированной учебной мебели;

Согласована на портале № 33753

- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip
- ANSYS AIM Student
- Acrobat Reader
- Google Chrome
- MatLab v7.5
- MicroCAP
- Microsoft Office
- Microsoft Windows
- Mozilla Firefox
- OpenOffice
- PTC Mathcad13, 14

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория автоматизированного проектирования / Лаборатория ГПО

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 403 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Сервер на базе компьютера Intel Pentium;
- Рабочие станции на базе компьютера Intel Core (12 шт.);
- Маркерная доска;
- Экран для проектора на подставке;
- Мультимедийный проектор TOSHIBA;
- Телевизор-монитор SAMSUNG;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip
- ANSYS AIM Student
- Acrobat Reader
- Google Chrome
- MatLab v7.5
- MicroCAP
- Microsoft Office
- Microsoft Windows
- Mozilla Firefox
- PTC Mathcad13, 14

13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Согласована на портале № 33753

Состав оборудования:
- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1. Состояние объекта, при котором его дальнейшее применение по назначению недопустимо, невозможно или нецелесообразно называется ...

a) Работоспособным;
b) Не работоспособным;
c) Исправным;
d) Предельным.

2. Свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или некоторой наработки называется ...

a) Безотказностью;
b) Работоспособностью;
c) Исправностью;
d) Долговечностью.

3. Работоспособность объекта - это ... (НТД - нормативно-техническая документация)

a) Состояние объекта, при котором значения всех параметров технического состояния соответствуют требованиям НТД.

b) Состояние объекта, при котором значения параметров, характеризующих способность выполнять функции, соответствуют требованиям НТД.

Согласована на портале № 33753

c) Свойство объекта, сохранять значения параметров, характеризующих способность выполнять функции, в соответствии с требованиями НТД.

4. Свойство объекта, сохранять значения всех параметров технического

состояния в пределах установленных НТД.

4. К комплексным показателям надежности относятся:

a) безотказность;

b) ремонтопригодность;

c) коэффициент готовности;

d) долговечность;

e) коэффициент технического использования;

f) сохраняемость

5. Вероятность безотказной работы системы, состоящей из двух последовательно соединенных элементов, если безотказность работы первого элемента P1(t)=0,8, а второго P2(t)=0,5, равна ...

a). 0,4;

b). 0,6;

c). 0,8;

d). 0,9.

6.При испытании 100 изделий в течение наработки T, 30 изделий отказали. Вероятность безотказной работы изделий за наработку T равна ...

a) 0,3;

b) 0,42;

c) 0,7;

d) 0,77.

7. Свойство объекта сохранять в заданных пределах значения параметров, характеризующих способность его выполнять требуемые функции в течение и после хранения и транспортировки, называется ...

a) Безотказностью;

b) Долговечностью;

c) Ремонтопригодностью;

d) Сохраняемостью.

8. Отказ, возникающий в результате несовершенства или нарушения установленного процесса изготовления или ремонта объекта, называется ...

a) Конструктивным;

b) Производственным;

c) Эксплуатационным;

d) Ресурсным.

9. Укажите вид отказа, если в результате экспертизы выяснилось, что он произошел из-за неправильного назначения материала детали.

a) Конструктивный отказ;

b)Производственный отказ;

c) Эксплуатационный отказ;

d) Ресурсный отказ

10. Постепенный отказ характеризуется –

a) Скачкообразным изменением параметра технического состояния до предельного значения;

b) Минимальной трудоемкостью устранения;

c) Медленным изменением параметра технического состояния от номинального до предельного значения;

d) Постепенным возрастанием трудоемкости его устранения.

11. Что произойдет с доверительным интервалом, если доверительную вероятность изменить с 0.8 до 0.95?

a) Доверительный интервал увеличится;

b) Доверительный интервал уменьшится;

c) Доверительный интервал не изменится;

Согласована на портале № 33753

d) Доверительный интервал вначале будет уменьшаться, а после достижения доверительной вероятности 0.9 произойдет его резкое увеличение.

12. Гамма процентная наработка до отказа представляет собой ...

a) Наработку, в течение которой отказ объекта не возникает с вероятностью "гамма", выраженной в процентах;

b) Наработку, в течение которой отказ объекта возникнет с вероятностью "гамма", выраженной в процентах;

c) Верхнюю доверительную границу рассеивания наработки до отказа, соответствующую вероятности "гамма", выраженной в процентах;

d) Наработку, в течение которой объект не достигнет предельного состояния с вероятностью "гамма", выраженной в процентах.

13. Какое определение наиболее точно характеризует коэффициент готовности объекта?

a) вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривают;

b) вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в момент определения его технического состояния;

c) вероятность того, что объект окажется в исправном состоянии в произвольный момент времени, кроме периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривают;

d) вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в заданный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривают.

14. Интенсивность отказов представляет собой ...

a) Условную плотность вероятности возникновения отказа объекта, определяемую при условии, что до рассматриваемого момента времени отказ не возникал;

b) Условную плотность возникновения отказа объекта, определяемую при условии, что до рассматриваемого момента времени отказ не возникал;

c) Условную вероятность возникновения отказа объекта, определяемую при условии, что до рассматриваемого момента времени отказ не возникал;

d) Плотность вероятности возникновения отказа объекта.

15. Что выражает формула $Q(t) = 1 - P(t)$?

a) вероятность безотказной работы

b) вероятность отказа

c) долговечность

16.Как называют способ резервирования при котором любой отказавший элемент или узел не влияет на выходные сигналы и прямого обнаружения не производят?

a) скользящее резервирование

b) постоянное резервирование

c) резервирование замещением

17. Введение структурной надёжности - это способ повышения надёжности на этапе ...

a) проектирования

b) изготовления

c) эксплуатации

18. Соединение, при котором отказ любого элемента не приводит к отказу системы, пока не откажут все соединенные элементы:

a) смешанное

b) последовательное

c) параллельное

d) по базовому элементу

19. Вероятность того, что за определенный рассматриваемый период времени работы в заданных

условиях эксплуатации оно не откажет:

a) вероятность безотказной работы

Согласована на портале № 33753

b) плотность вероятности

c) вероятность отказа

d) интенсивность отказов

20. Свойство объекта, заключающееся в его приспособленности к предупреждению и обнаружению

причин возникновения отказов, повреждений, к восстановлению и поддержанию работоспособности

путем проведения технического обслуживания и ремонта:

a) сохраняемость

b) долговечность

c) безотказность

d) ремонтопригодность

21. Календарная продолжительность эксплуатации от начала его эксплуатации или ее возобновления

после ремонта до перехода в предельное состояние:

a) ресурс

b) срок службы

c) наработка

d) срок сохраняемости

22. Устройство, которое после отказа подлежит восстановлению в рассматриваемых условиях

эксплуатации:

a) ремонтируемое

b) невосстанавливаемое

c) неремонтируемое

d) восстанавливаемое

23. Свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого

времени или некоторой наработки:

a) сохраняемость

b) долговечность

c) безотказность

d) ремонтопригодность

24. Устройство, исправность и работоспособность которого при отказе могут быть восстановлены

путем ремонта, если это предусмотрено нормативно-технологической документацией:

a) ремонтируемое

b) невосстанавливаемое

c) неремонтируемое

d) восстанавливаемое

25. Отказы элементов, обусловленные повреждением или отказом другого элемента:

a) зависимые

b) внезапные

c) явные

d) постепенные

14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Основные понятия и определения теории и практики надёжности РЭС.

2. Понятие и определение надёжности РЭС, виды надёжности.

3. Понятие отказа. Классификация отказов. Причины возникновения отказов РЭС, внезапные и постепенные отказы, изменение интенсивности отказов.

4. Вероятность безотказной работы и вероятность отказа.

5. Интенсивность отказов элементов и устройств.

6. Типичная лямбда-характеристика электронных устройств.

7. Характеристика показателей надёжности.

Согласована на портале № 33753

8. Показатели надёжности невосстанавливаемых объектов.

9. Показатели надёжности восстанавливаемых объектов.

10. Законы распределения наработки до отказа экспоненциальный, нормальный и Вейбулла, их математическая и графическая характеристика.

11. Надёжность РЭС при внезапных и постепенных отказах. Использование законов распределения Пуассона, Рэлея и Эрланга для оценки наработки на отказ.

12. Характеристика экспоненциальной модели.

13. Характеристика модели Вейбулла.

14. Характеристика некоторых других моделей отказов.

15. Гамма-процентная наработка до отказа.

16. Принципы резервирования, виды резервирования, классификация структурного резервирования.

17. Расчёт нагруженного резервирования: общее резервирование с целой кратностью, раздельное резервирование с целой кратностью, общее резервирование с дробной кратностью.

18. Расчёт ненагруженного резервирования: общее резервирование замещением с целой кратностью, раздельное резервирование с целой кратностью.

19. Доверительный интервал, доверительная вероятность, методы исключения промахов, критерии согласия между теоретической кривой и статистическим распределением.

20. Единичные и комплексные показатели качества РЭС.

21. Точность и стабильность параметров. Виды допусков в конструировании и производстве РЭС. Характеристики, используемые для задания допуска.

22. Оценка производственного разброса выходного параметра, исходя из наихудшего случая рассеивания первичных параметров.

23. Анализ точности выходного параметра с учётом вероятностного рассеивания первичных параметров. Выбор критериев оценки точности. Расчётные соотношения, используемые для оценки точности выходного параметра.

24. Установление производственного допуска на выходной параметр.

25. Уравнение относительной погрешности выходного параметра с учётом действия эксплуатационных факторов.

26. Классификация технических систем с точки зрения надёжности и эффективности функционирования.

27. Схемы соединения элементов в устройстве с точки зрения надёжности.

28. Среднее время безотказной работы. Наработка на отказ (средняя наработка на отказ). Минимальная наработка до отказа (на отказ).

29. Параметр потока отказов электронных устройств.

30. Показатели ремонтопригодности электронных устройств. Среднее время восстановления и вероятность восстановления.

31. Гамма-процентное время восстановления и трудоёмкость восстановления.

32. Показатели долговечности элементов и электронных устройств.

33. Комплексные показатели надёжности электронных устройств.

34. Интенсивность отказов как основная характеристика надёжности элементов.

35. Коэффициенты электрической нагрузки элементов. Определение коэффициента электрической нагрузки типовых элементов.

36. Учёт влияния на надёжность элементов электрического режима и условий работы (модели расчёта эксплуатационной надёжности элементов).

37. Оценка показателей надёжности проектируемого электронного устройства.

38. Характеристика метода расчёта надёжности электронного устройства.

39. Ориентировочный (приближённый) расчёт показателей надёжности проектируемого электронного устройства.

40. Уточнённый (окончательный) расчёт показателей надёжности электронных устройств.

41. Эксплуатационная надёжность электронных устройств.

42. Общая характеристика методов повышения надёжности электронных устройств.

43. Схемотехнические методы повышения надёжности электронных устройств.

44. Резервирование как метод повышения надёжности электронных устройств. Виды резер-

Согласована на портале № 33753

вирования.

45. Оценка показателей безотказности электронного устройства при наличии постоянного резервирования.

46. Характеристика резервирования замещением.

47. Оценка безотказности электронного устройства при наличии резервирования замещением.

48. Ограничение электрической нагрузки элементов как способ повышения надёжности электронных устройств.

49. Характеристика метода Монте-Карло как метода вероятностного моделирования объектов (устройств, процессов)

14.1.3. Вопросы на самоподготовку

1. Классификация факторов, влияющих на надежность. Временные параметры, характеризующие надежность. 2. Основные сведения о расчете надежности.

3. Виды состояний объектов. Отказ. Виды отказов. Дефект.

4. Показатели безотказности восстанавливаемых изделий. Показатели долговечности. Показатели сохраняемости. Показатели ремонтопригодности.

5. Распределение времени безотказной работы по закону Релея. Распределение времени безотказной работы по закону Вейбулла.

6. Задание требований по надежности.

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

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

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

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

14.1.4. Темы опросов на занятиях

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

2. Понятия восстановления, технического обслуживания и ремонта. Восстанавливаемые и невосстанавливаемые, обслуживаемые и необслуживаемые, ремонтируемые и неремонтируемые объекты.

3. Показатели безотказности. Набор показателей безотказности для различных видов объектов. Показатели безотказности невосстанавливаемых изделий.

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

5. Выбор номенклатуры показателей надежности.

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

7. Методы и средства повышения надежности РЭС. Виды резервирования. Кратность резервирования, дублирование. Классификация резерва в зависимости от режима работы.

8. Виды и планы испытаний на надежность при проектировании, производстве и эксплуатации изделий.

9. Контрольные выборочные испытания на надежность по методы однократной выборки.

10. Доверительные вероятности, доверительные интервалы и методы исключения грубых ошибок измерения при определении статистических характеристик надежности.

14.1.5. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

1. Вероятность безотказной работы. Интенсивность отказов. Частота отказов.

2. Средняя наработка до первого отказа. Наработка на отказ.

3. Параметр потока отказов

Согласована на портале № 33753

4. Количественные характеристики надежности для распространенных законов распределения случайных величин.

5. Определение наработки на отказ по данным наблюдения за работой всех изделий.

6. Расчет интенсивности отказов и частоты отказов для определенного момента времени.

7. Определение интенсивностей отказов элементов РЭА в зависимости от условий работы.

8. Окончательный расчет надежности невосстанавливаемых объектов с учетом режимов работы элементов.

9. Методы расчета надежности резервированных систем.

14.1.6. Темы лабораторных работ

Полный факторный эксперимент при анализе надежности технических систем. Часть 1 - Предварительный этап

Полный факторный эксперимент при анализе надежности технических систем. Часть 2 – Реализация вычислительного эксперимента

Статистические исследования производственных погрешностей параметров РЭС по методу Монте-Карло. Часть 1 - Статистическое исследование по методу Монте-Карло в системе MathCAD.

Статистические исследования производственных погрешностей параметров РЭС по методу Монте-Карло. Часть 2 - Статистическое исследование по методу Монте-Карло в системе MicroCAP.

Обработка статистических данных

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

Согласована на портале № 33753

– письменно на бумаге;
– набор ответов на компьютере;
– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 33753