

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Декан РТФ

УТВЕРЖДАЮ /А.Н. Дедов/  
(Ф.И.О. декана (директора института))

11.03.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б.1.2.6 Надежность электронных средств

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки  
(специальность)

11.03.03 Конструирование и технология электронных средств

Квалификация выпускника

Бакалавр

(бакалавр/магистр/специалист)

Направленность

Проектирование и технология электронно-  
вычислительных средств

Курс 3  
Семестр 6

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	144 / 4	часов/зачетных единиц
Лекции	32	часов
Лабораторные работы	-	часов
Практические занятия	48	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	80	часов
Контактная работа по экзамену	-	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	64	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	-	часов
Экзамен	-	семестр
Зачет	-	семестр
БРК, ДЗ	6	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств

Программу составили:

профессор с ученой степенью кандидата наук	ПиП ЭВС	СОГЛАСОВАНО	Ю.В. Захаров
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина  
Кафедра проектирования и производства электронно-вычислительных средств

(наименование кафедры)			
05.02.2024	протокол №	9	
(дата)			
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Т.С. Буканова	
		(И.О. Фамилия)	

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими)  
кафедрой(ами).  
СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Т.С. Буканова
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит  
выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	А.Н. Дедов
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Стрепетов Александр Романович, главный инженер ООО "НПФ "Мета-Хром""

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 12.03.2024 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

## Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ПК-1 Способен разрабатывать единичные и типовые технологические процессы, проводить анализ и выработку рекомендаций по устранению и предупреждению брака в производстве изделий микроэлектроники	ПК-1.5 Определяет оптимальную структуру электронно-вычислительных средств на основе анализа и расчета надежности	<b>знания:</b> Знает методы оптимизации структуры электронно-вычислительного средства (ЭВС) с использованием количественных показателей надежности <b>умения:</b> Умеет рассчитывать количественные показатели надежности для выбора оптимальной структуры ЭВС <b>навыки:</b> Имеет навыки определения оптимальной структуры ЭВС на основе анализа и расчета его надежности
	ПК-1.6 Проводит оценку влияния различных факторов на надежную работу электронно-вычислительных средств	<b>знания:</b> Знает факторы, влияющие на надежную работу ЭВС <b>умения:</b> Умеет выделить наиболее важные факторы, влияющие на надежную ЭВС <b>навыки:</b> Имеет навыки количественной оценки влияния различных факторов на единичные и комплексные показатели надежности ЭВС
2. ПК-2 Способен разрабатывать электрические схемы аналоговых и цифровых блоков электронно-вычислительных средств и систем, моделировать и анализировать результаты моделирования разработанных электронных средств	ПК-2.2 Проводит оценочные расчеты параметров отдельных аналоговых и цифровых блоков в составе электронно-вычислительных средств	<b>знания:</b> Знает параметры, определяющие надежную работу отдельных аналоговых и цифровых блоков в составе ЭВС <b>умения:</b> Умеет выделить наиболее важные параметры отдельных аналоговых и цифровых блоков в составе ЭВС, определяющие его надежность <b>навыки:</b> Имеет навыки оценочного расчета показателей надежности отдельных аналоговых и цифровых блоков в составе ЭВС
	ПК-2.6 Использует принципы и методы математического моделирования для оценки параметров надежности функционирования электронно-вычислительных средств	<b>знания:</b> Знает современные принципы и методы математического моделирования для количественной оценки влияния различных факторов на параметры надежности функционирования ЭВС <b>умения:</b> Умеет провести анализ надежности функционирования ЭВС по результатам математического моделирования отдельных его узлов <b>навыки:</b> Имеет навыки построения математических моделей для количественной оценки влияния различных факторов на параметры надежности функционирования ЭВС

## Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Математическое моделирование в технологии электронных средств (ПК-1); практик: Производственная практика. Технологическая (проектно-технологическая) практика (распределенная) (ПК-2), Производственная практика. Технологическая (проектно-технологическая) практика (распределенная) (ПК-1)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Управление качеством электронных средств (ПК-1), Технология производства электронных средств (ПК-1), Управление качеством электронных средств (ПК-2); практиках: Преддипломная практика (ПК-1), Преддипломная практика (ПК-2); государственной итоговой аттестации в форме: Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (ПК-1), Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (ПК-2)

## Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: исследовательские, лекционные занятия, практические занятия

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: классическая лекция, проблемная лекция

## Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Обработка статистических данных при оценке надежности электронных средств.</b>	<b>48</b>	ПК-1
Лекция. Основные понятия и определения в теории надежности электронных средств (ЭС).	2	
Лекция. Виды отказов ЭС.	2	
Лекция. Распределение отказов ЭС на этапах жизненного цикла	2	
Лекция. Обработка статистических данных при оценке надежности ЭС ( числовые характеристики случайных величин, статистический ряд , функция распределения , законы распределения, ошибки измерений показателей качества изделий электронной техники).	6	
Практическое занятие. Вычисление числовых характеристик по результатам контроля параметра ЭС.	4	
Практическое занятие. Построение статистического ряда и гистограммы для параметра ЭС.	4	
Практическое занятие. Исключение аномальных результатов при измерении параметра ЭС по критерию Романовского.	4	
Практическое занятие. Проверка параметра ЭС на соответствие	4	

нормального закона распределения по критерию Колмогорова.		
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение		
Проработка лекционного материала.		
Подготовка к практическим занятиям.	20	
<b>Количественные показатели надежности ЭС .</b>	<b>52</b>	ПК-1, ПК-2
Лекция. Единичные показатели надежности ЭС.	4	
Лекция. Комплексные показатели надежности ЭС.	4	
Лекция. Резервирование в теории надежности ЭС.	4	
Практическое занятие. Расчет единичных показателей надежности ЭС.	4	
Практическое занятие. Расчет комплексных показателей надежности ЭС.	4	
Практическое занятие. Расчет показателей эффективности при резервировании ЭС.	2	
Практическое занятие. Расчет вероятности безотказной работы (ВБР) ЭС при последовательном соединении элементов.	2	
Практическое занятие. Расчет ВБР ЭС при параллельном соединении элементов.	2	
Практическое занятие. Расчет ВБР ЭС при последовательно-параллельном соединении элементов.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение		
Проработка лекционного материала.		
Подготовка к практическим занятиям.	24	
<b>Методики расчета надежности ЭС.</b>	<b>44</b>	ПК-1, ПК-2
Лекция. Методики расчета надежности ЭС.	4	
Лекция. Форсированные испытания ЭС.	2	
Лекция. Граничные испытания ЭС.	2	
Практическое занятие. Расчет надежности ЭС по постепенным отказам.	4	
Практическое занятие. Расчет надежности ЭС по внезапным отказам.	4	
Практическое занятие. Расчет надежности ЭС по результатам форсированных испытаний.	4	
Практическое занятие. Расчет надежности ЭС по результатам граничных испытаний.	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение		
Проработка лекционного материала.		
Подготовка к практическим занятиям.	20	
Иная контактная работа: дифференцированный зачет (БРК)	0	

## Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины " Надежность электронных средств" рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности.

**Занятия лекционного типа** дают систематизированные знания по дисциплине , концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса;

зафиксировать выводы и практические рекомендации. Подготовка к занятиям семинарского типа включает ознакомление с основными теоретическими сведениями и планом практического занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины.

Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Изучение дисциплины включает выполнение практических работ. Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является балльно-рейтинговый контроль.

## Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
<b>УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ</b>		
1.	Захаров, Юрий Владимирович. Качество и надежность электронных средств [Текст] : учебное пособие : [для бакалавров направления подготовки 11.03.03, 11.03.04, 27.03.02, 27.03.04] / Ю. В. Захаров; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, ФГБОУ ВО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2018. - 162 с. ISBN 978-5-8158-1981-8. Экземпляры: всего 13.	13 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Zaxarov_kachestvo_na_dezhnost_elektronnix_sredstv_2018.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Zaxarov_kachestvo_na_dezhnost_elektronnix_sredstv_2018.pdf</a>
2.	Ямпурин, Николай Петрович. Основы надежности электронных средств [Текст] : [учеб. пособие для студентов вузов по специальности "Проектирование и технология радиоэлектрон. средств"] / Н. П. Ямпурин, А. В. Баранова ; под ред. Н. П. Ямпурина. Москва: Academia, 2010. - 237, [1] с. ISBN 978-5-7695-5908-2. Экземпляры: всего 15.	15
3.	Надежность технических систем и техногенный риск [Текст] : учеб. пособие для студентов вузов / Акимов В. А., Лапин В. Л., Попов В. М. и др. ; под общ. ред. М. И. Фалеева. Москва: Деловой экспресс, 2002. - 367 с. ISBN 5-89644-078-2. Экземпляры: всего 33.	33
4.	Расчет надежности нерезервированного электронного средства по внезапным отказам [Текст] : метод. указания по выполнению курсовой работы и диплом. проекта для	78 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Zaxarov-">https://portal.volgatech.net/books/Zaxarov-</a>

	студентов направлений 210100, 210200, 210300 / [сост. Ю. В. Захаров]. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2009. - 27 с. Экземпляры: всего 78.	Metodichka.pdf
5.	Зубарев, Ю. М. Математические основы управления качеством и надежностью изделий [Текст] : учебное пособие для вузов / Зубарев Ю. М. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 176 с. с. ISBN 978-5-8114-6674-0.	<a href="https://e.lanbook.com/book/151654">https://e.lanbook.com/book/151654</a>
6.	Муромцев, Д. Ю. Надежность радиоэлектронных средств [Электронный ресурс] / Муромцев Д. Ю., Тюрин И. В., Белоусов О. А., Курносов Р. Ю. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 88 с. ISBN 978-5-8114-8121-7.	<a href="https://e.lanbook.com/book/171866">https://e.lanbook.com/book/171866</a>

## 6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	501 (III)	ПК ICL RAY S902.1 ,клавиат.,мышь.монитор ViewSonic 22" VA2232W-LED (12), Проектор VIEWSONIC PJD6550LW белый (1), Комплект учебной мебели (1)	Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач

## Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий.	удовлетворительно
Продвинутый уровень	Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	хорошо

Высокий уровень	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ	отлично
-----------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------

### 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

### 7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

#### **Пример теста**

Надежность электронного средства оценивается:

- а) количественными показателями;
- б) качественными показателями;
- в) комплексными показателями;
- г) количественными, качественными и комплексными показателями.

#### **Пример задания для вычисления показателя надежности ЭС**

Рассчитать вероятность безотказной работы заданного узла ЭС при последовательно-параллельном соединении элементов .

#### **Пример контрольного задания из базы фонда оценочных средств**

Сущность методики расчета надежности нерезервированного ЭС по внезапным отказам.

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

1. Случайные величины (СВ). Виды СВ.
2. Статистический ряд и гистограмма для дискретных и непрерывных СВ.



3. Законы распределения СВ.
4. Ошибки измерений физических величин. Исключение аномальных результатов измерений СВ.
5. Определение надежности электронного средства (ЭС).
6. Десять видов отказов ЭС.
7. Определение долговечности ЭС.
8. Пять основных количественных показателей надежности ЭС.
9. График зависимости интенсивности отказов ЭС от времени.
10. Формулы вычисления коэффициента нагрузки резистора, конденсатора, диода, транзистора.
11. Коэффициент нагрузки любого электрорадиоэлемента не должен превышать значения (назвать число).
12. Учитывается или нет интенсивность отказа паек электрорадиоэлемента при расчете надежности ЭС?
13. Недостатки резервирования ЭС.
14. Группы показателей надежности ЭС.
15. Стадии жизненного цикла ЭС, на которых заложен его отказ.
16. Виды испытаний ЭС на надежность.
17. Комплексные показатели надежности ЭС.
18. Методика расчета нерезервированного ЭС по внезапным отказам.
19. Методы прогнозирования надежности ЭС.
20. Форсированные и граничные испытания ЭС.