

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Декан РТФ

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

10.03.2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

М.1.2.9 Испытания приборов и устройств электроники и нанoeлектроники

*(код и наименование дисциплины по учебному плану)*

Направление подготовки  
(специальность)

11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

Квалификация выпускника

Магистр

*(бакалавр/магистр/специалист)*

Программа магистратуры

Электронные и нанoeлектронные приборы и устройства

Курс 1  
Семестр 2

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	108 / 3	часов/зачетных единиц
Лекции	-	часов
Лабораторные работы	-	часов
Практические занятия	28	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	28	часов
Контактная работа по экзамену	-	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	80	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	-	часов
Экзамен	-	семестр
Зачет	2	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

Программу составили:

доцент с ученой степенью кандидата наук	КиПР	СОГЛАСОВАНО	А.В. Мороз
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина  
Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры

(наименование кафедры)		
20.01.2025	протокол №	12
(дата)		
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Н.И. Сушенцов
		(И.О. Фамилия)

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

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Н.И. Сушенцов
		(И.О. Фамилия)

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

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

Эксперт(ы): Лапин Владимир Авангардович, директор ООО "НПФ Мета-Хром"

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 17.03.2025 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 Готов формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроник и, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	ПК-1.1. Знает принципы построения и функционирования изделий микро- и нанoeлектроники.	<b>знания:</b> Знает принципы построения и функционирования изделий микро- и нанoeлектроники исходя из этого выбирать необходимые методы испытаний, составлять программы испытаний <b>умения:</b> <b>навыки:</b>
	ПК-1.2. Умеет рассчитывать предельно допустимые и предельные режимы работы изделий микро- и нанoeлектроники.	<b>знания:</b> <b>умения:</b> Умеет рассчитывать предельно допустимые и предельные режимы работы изделий микро- и нанoeлектроники для проведения их испытаний на устойчивость и г <b>навыки:</b>
	ПК-1.3. Владеет навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследования изделий микро- и нанoeлектроники.	<b>знания:</b> <b>умения:</b> <b>навыки:</b> Владеет навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследования изделий микро- и нанoeлектроники для проведения предварительных испытаний
2. ПК-3 Готов осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных	ПК-3.1. Знает принципы планирования и автоматизации проведения эксперимента.	<b>знания:</b> Знает принципы планирования и автоматизации проведения испытаний приборов и устройств электроники и нанoeлектроники <b>умения:</b> <b>навыки:</b>
	ПК-3.2. Умеет разрабатывать требования к средствам проведения эксперимента, контроля и диагностики.	<b>знания:</b> <b>умения:</b> Умеет разрабатывать требования к средствам проведения испытаний приборов и устройств электроники и нанoeлектроники <b>навыки:</b>

комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени	ПК-3.3. Владеет навыками тестирования и диагностики изделий микро- и наноэлектроники.	<b>знания:</b> <b>умения:</b> <b>навыки:</b> Владеет навыками проведения испытаний приборов и устройств электроники и наноэлектроники
--	---	---

## Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к элективным дисциплинам (модулям) ОПОП.

Дисциплина является элективной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники (ПК-1), Современные технологические процессы в производстве устройств электроники (ПК-1), Планирование эксперимента (ПК-3), Планирование экспериментальных исследований (ПК-3)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих практиках: Учебная практика. Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) (ПК-1), Производственная практика. Научно-исследовательская работа (ПК-1), Преддипломная практика (ПК-3); государственной итоговой аттестации в форме: Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (ПК-1)

## Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

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

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

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

## Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Документация на испытания</b>	<b>68</b>	ПК-1, ПК-3
Лекция. Проработка лекционного материала Испытания как средство повышения качества. Классификация видов испытаний. Испытание моделирование (методы Монте карло, статистические, граничные, матричные). Документация на испытания - программа испытаний, методика испытаний,	10	

ведомость неисправностей.		
Лекция. Подготовка программы испытания на верхнее значение температуры среды набора микросхем K155ЛА3	6	
Лекция. Подготовка программы испытания на нижнее значение температуры среды электронного модуля на печатной плате	6	
Лекция. Подготовка программы испытания на виброустойчивость и ударную прочность блока питания	8	
Практическое занятие. ПР № 1 Граничные испытания моделированием	4	
Практическое занятие. ПР № 2 Матричные испытания моделированием	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Проработка лекционного материала Испытания как средство повышения качества. Классификация видов испытаний. испытание моделирование (методы Монте карло, статистические, граничные, матричные). Документация на испытания - программа испытаний, методика испытаний, ведомость неисправностей.	30	
<b>Климатические испытания</b>	<b>64</b>	ПК-1, ПК-3
Практическое занятие. ПР № 3 Испытания на верхнее значение температуры среды (метод 201)	6	
Практическое занятие. ПР № 4 Испытания на нижнее значение температуры среды (метод 203)	6	
Лекция. Проработка лекционного материала Методики проведения климатических испытаний (методы	10	
Лекция. Подготовка отчета о проведении испытаний, подготовка к защите ПР №1	8	
Лекция. Подготовка отчета о проведении испытаний, подготовка к защите ПР №2	8	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Проработка лекционного материала Методики проведения климатических испытаний (методы 201-224). Средства испытаний (камеры тепла, холода, влажности, грибообразования, пылевые, солнечного излучения). Подготовка программы испытания на верхнее значение температуры среды набора микросхем K155ЛА3, подготовка отчета о проведении испытаний, подготовка к защите ПР №1. Подготовка программы испытания на нижнее значение температуры среды электронного модуля на печатной плате , подготовка отчета о проведении испытаний, подготовка к защите ЛР №1	26	
<b>Механические испытания</b>	<b>56</b>	ПК-1, ПК-3
Практическое занятие. ПР № 3 Испытания на виброустойчивость	4	
Практическое занятие. ПР № 4 Испытания на ударную устойчивость	4	
Лекция. Проработка лекционного материала. Методики проведения механических испытаний (методы 100-107) Средства проведения механических испытаний (вибро- и ударные стенды, центрифуги ) и средства измерения параметров вибраций	8	
Лекция. Подготовка отчета о проведении испытаний,	8	

подготовка к защите ЛР № 3		
Лекция. Подготовка отчета о проведении испытаний, подготовка к защите ЛР № 4	8	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Проработка лекционного материала. Методики проведения механических испытаний (методы 100-107) Средства проведения механических испытаний (вибро- и ударные стенды, центрифуги ) и средства измерения параметров вибраций. Подготовка программы испытания на ударную устойчивость блока питания, подготовка отчета о проведении испытаний, подготовка к защите ЛР № 3. Подготовка программы испытания на ударную устойчивость блока питания, подготовка отчета о проведении испытаний, подготовка к защите ЛР № 4	24	
Иная контактная работа:	0	

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

Изучение дисциплины [Испытания приборов и устройств электроники и нанoeлектроники](#) 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 [Испытания приборов и устройств электроники и нанoeлектроники](#), 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 планом лабораторного 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 [Испытания и диагностика электронных приборов](#). Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины [Испытания приборов и устройств электроники и нанoeлектроники](#), 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 [Испытания приборов и устройств электроники и нанoeлектроники](#), к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Изучение дисциплины [Испытания приборов и устройств электроники и нанoeлектроники](#) включает выполнение практических работ. Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Формой промежуточной аттестации по дисциплине Испытания и диагностика электронных приборов является зачёт.

## 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.	Мороз, Андрей Викторович. Методы испытаний электронных изделий [Текст] : лабораторный практикум / А. В. Мороз, В. Е. Филимонов; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, ФГБОУ ВО "Поволжский государственный технологический университет". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2022. - 106 с. ISBN 978-5-8158-2268-9. Экземпляры: всего 7.	7 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Moroz_Metody_ispytaniy_elektronnykh_izdeliy_2022.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Moroz_Metody_ispytaniy_elektronnykh_izdeliy_2022.pdf</a>
2.	Гольдберг, Оскар Давидович. Испытания электрических машин [Текст] : Учебник для вузов по электромех.и электроэнергет. спец. / Гольдберг, Оскар Давидович. 2-е изд., испр. М.: Высшая школа, 2000. - 254 с. ISBN 5-06-003840-8. Экземпляры: всего 3.	3
3.	Котеленец, Николай Федорович. Испытания, эксплуатация и ремонт электрических машин [Текст] : [учеб. для студентов вузов по специальности "Электромеханика" направления подгот. дипломир. специалистов "Электротехника, электромеханика и электротехнологии"] / Н. Ф. Котеленец, Н. А. Акимова, М. В. Антонов ; под ред. Н. Ф. Котеленца. Москва: Академия, 2003. - 383 с. ISBN 5-7695-1281-4. Экземпляры: всего 10.	10
4.	Шалыгин, М. Г. Автоматизация измерений, контроля и испытаний [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Шалыгин М. Г., Вавилин Я. А.; Вавилин Я. А. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 172 с. ISBN 978-5-507-46962-8.	<a href="https://e.lanbook.com/book/324995">https://e.lanbook.com/book/324995</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.	013 (III)	ОСЦИЛЛОГРАФ С1-70 (1), ХОЛОДИЛЬНАЯ КАМЕРА (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional,

			Microsoft Visual Studio Enterprise, 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	Зачтено

### 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.

1. Испытания как средство повышения качества изделий.
2. Классификация испытаний. Виды испытаний по методам проведения и назначению.
3. Испытания в процессе проектирования и производства.
4. Испытания моделированием.
5. Документация на проведение испытаний: программа, методика, протокол и ведомость неисправностей.
6. Методы испытаний. Общие положения и рекомендации.



7. Испытание на воздействие верхнего значения температуры среды.
8. Температурные шкалы и соотношения между ними. Контактные и бесконтактные методы измерения температуры.
9. Испытание на воздействие нижнего значения температуры среды. Испытание на воздействие инея с последующим его оттаиванием. Устройство и принцип работы камер холода.
10. Испытание на воздействие изменения температуры среды.
11. Воздействие влаги на аппаратуру и ее элементы. Виды коррозии.
12. Испытание на воздействие повышенной влажности воздуха.
13. Параметры для оценки влажности и методы ее измерения.
14. Испытание на воздействие пониженного атмосферного давления. Испытание на воздействие повышенного давления воздуха или другого газа. Приборы.
15. Испытание на воздействие солнечного излучения. Оборудование.
16. Испытания на динамическое и статическое воздействие пыли.
17. Воздействие биологической среды на изделия. Испытание на воздействие плесневых грибов.
18. Испытание на воздействие соляного тумана.
19. Испытание на воздействие статического гидравлического давления. Испытание на водонепроницаемость.
20. Испытание на воздействие дождя.
21. Испытания на капле-, водо- и брызгозащищенность. Испытание на работоспособность при воздействии гололеда.
22. Испытание по определению резонансных частот конструкций. Испытание на виброустойчивость.
23. Испытания на вибропрочность. Методы.
24. Виды вибростендов, их параметры и сравнительная оценка.
25. Измерение параметров вибрации. Классификация измерительных преобразователей.
26. Пьезоэлектрические преобразователи. Крепление акселерометров. Виброметр, структурная схема и принцип работы.
27. Понятие удара и его параметры. Форма ударных импульсов.
28. Испытания на ударную прочность и устойчивость. Испытание на воздействие одиночных ударов.
29. Конструкция и сравнительные характеристики ударных стендов.
30. Испытание на воздействие линейного ускорения. Оборудование.

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

***Для порогового уровня***

31. Что такое испытания?
32. Чем регламентируется проведение испытаний?
33. Что такое контроль?
34. Что такое физические испытания?
35. Что такое полигонные испытания?
36. Перечислите задачи исследовательских испытаний.
37. Какие испытания являются самыми достоверными?
38. Что такое программа испытаний?
39. ....

***Для продвинутого уровня***

1. Перечислить виды контроля?
2. Чем определяются требования к натурным испытаниям?
3. Проклассифицируйте испытания по назначению.
4. Для чего проводят испытания моделированием?
5. Почему не применяют самые достоверные испытания?
6. Какие документы нужны для проведения испытаний, из чего они состоят?
7. Перечислите общие положения и рекомендации для проведения испытаний.
8. ....

***Для высокого уровня***

1. Классифицируйте испытания
2. В чем суть испытаний?
3. Чем продиктованы рекомендации для проведения испытаний?
4. Составьте программу испытаний для проведения испытаний микросхемы DC-DC преобразователя.
5. Составьте программу испытаний для проведения испытаний фм-передатчика.
6. Каким образом можно ускорить процесс испытаний?
7. ....

