

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Радиофизический факультет
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением президиума
ученого совета ННГУ
протокол от
«31» мая 2023 г. № 6

Рабочая программа дисциплины

Спецлаборатории по физической
электронике

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования
магистратура

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность
03.04.03 радиофизика

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы
Физическая электроника

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения
очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2023 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина «Спецлаборатории по физической электронике» Б1.В.О7 относится к части ООП направления подготовки 03.04.03 «Радиофизика», формируемой участниками образовательных отношений.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине**	
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1. Знает структуру жизненного цикла проекта. УК-2.2. Умеет адаптировать жизненный цикл под специфику конкретных проектов. УК-2.3. Владеет методами управления проектом на всех этапах его жизненного цикла.	<i>Знать</i> принципы проведения лабораторных исследований <i>Уметь</i> проводить экспериментальные исследования параметров приборов электроники <i>Владеть</i> навыками расчета погрешностей проведенных измерений	Собеседование (допуск к выполнению лабораторной работы), протокол выполнения лабораторной работы, отчет по лабораторной работе
ПК-1 Способен анализировать и обрабатывать научную информацию и результаты исследований в области микро- и нанoeлектроники, мощной	ПК-1.1. Знает принципы сбора и анализа информации, методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при	<i>Знать</i> основные численные методы расчета параметров структур и транзисторов. <i>Уметь</i> выбирать численные методы расчета параметров структур и транзисторов для конкретной задачи. <i>Владеть</i> навыком расчета параметров полупроводниковых структур методом Монте-Карло и в квазигидродинамическом приближении.	Собеседование (допуск к выполнению лабораторной работы), протокол выполнения лабораторной работы, отчет по лабораторной работе

электроники при решении задач своей профессиональной деятельности	<p>решении исследовательских и практических задач.</p> <p>ПК-1.2. Умеет работать с большим объемом данных, систематизировать и анализировать информацию, полученную из различных источников.</p> <p>ПК-1.3. Владеет современными информационными и коммуникационными технологиями сбора теоретических и эмпирических данных, их анализа и представления полученных результатов исследования.</p>		
<p>ПК-2 Способен выполнять теоретические и экспериментальные исследования и разработки по отдельным разделам тем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области микро- и, нанoeлектроники, мощной электроники и оформлять их результаты</p>	<p>ПК-2.1. Знает современное состояние исследований в области микро- и, нанoeлектроники, мощной электроники, современные подходы к описанию и моделированию различных физических явлений и оценке полученных результатов.</p> <p>ПК-2.2. Умеет выбирать и применять аналитические, аналитико-численные, экспериментальные методы исследования в соответствии с типом поставленной задачи.</p> <p>ПК-2.3. Владеет навыками планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных</p>	<p>Уметь применять на практике навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов и обзоров;</p> <p>Знать основные требования к составлению научно-технических отчетов и документации;</p> <p>Владеть навыками оформления протоколов выполнения лабораторных работ и составления отчетов по итогам выполнения лабораторных работ.</p>	<p>Собеседование (допуск к выполнению лабораторной работы), протокол выполнения лабораторной работы, отчет по лабораторной работе</p>

	данных, формулировки выводов и рекомендаций по отдельным разделам тем в области микро-и, наноэлектроники, мощной электроники.		
ПК-3 Способен разрабатывать и подготавливать составные части документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок	<p>ПК-3.1. Знает нормативные документы для составления заявок, грантов, проектов НИР, требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях.</p> <p>ПК-3.2. Умеет представлять результаты НИР академическому и бизнес-сообществу.</p> <p>ПК-3.3. Владеет навыками составления и подачи конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по направленности Радиофизика.</p>	<p>Знать основные методы написания протоколов и отчетов по измерениям</p> <p>Уметь оформлять рукописи, протоколы, отчеты</p> <p>Владеть навыками оформления протоколов и отчетов</p>	Собеседование (допуск к выполнению лабораторной работы), протокол выполнения лабораторной работы, отчет по лабораторной работе

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	2 ЗЕТ
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа): - занятия семинарского (лабораторные работы)	32
самостоятельная работа	29
КСР	39
Промежуточная аттестация – экзамен/зачет	зачет

3.2. Содержание дисциплины

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)			В том числе												Самостоятельная работа обучающегося, часы		
				Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них														
				Занятия лекционного типа			Занятия семинарского типа			Занятия лабораторного типа			Всего					
	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное			
Лабораторная работа	71									32			32			39		
В т.ч.текущий контроль	1									1			1					
Промежуточная аттестация - Зачет																		

Лабораторные работы организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка предусматривает выполнение ряда лабораторных работ.

На проведение практических занятий (семинарских занятий /лабораторных работ) в форме практической подготовки отводится 32 часа.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с профилем ОП:
- изучение, анализ научно-технической информации, обобщение отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;
- планирование и проведение экспериментов с применением современных методов и измерительной аппаратуры (акустической, радиоэлектронной, оптоэлектронной);
- анализ получаемых результатов и, при необходимости, корректировка направлений исследований;
- составление отчетов и докладов о научно-исследовательской работе;
- подготовка и ведение лабораторных и семинарских занятий;
- компетенций – УК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий лабораторного типа.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю),

включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных	При решении стандартных	Продemonстрированы	Продemonстрированы все	Продemonстрированы все	Продemonстрированы все	Продemonстрированы все

	х умений . Невозможно оценить наличие умений вследствие отказа обучающего от ответа	задач не продемонстр ированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме.	основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	основные умения. Решены все основные задачи . Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	основные умения, реше ны все основные задачи с отдельными несуществен ным недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	основные умения,. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможно оценить наличие навыков вследствие отказа обучающего от ответа	При решении стандартных задач не продемонстр ированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальны й набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстр ированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстри рованы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстр ированы навыки при решении нестандартн ых задач без ошибок и недочетов.	Продемонстр ирован творческий подход к решению нестандартн ых задач

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
зачтено	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»

	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»
--	--------------	---

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

5.2.1 Контрольные вопросы

вопросы	Код формируемой компетенции
Метод вольт-фарадных характеристик. Измерение профилей распределения электронов полупроводниковых структурах вольт-фарадным методом.	УК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-3
Анализ работы полупроводниковых приборов методом зонных диаграмм.	УК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-3
Расчет подвижности полупроводниковых материалов методом Холла.	УК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-3
Типы и виды погрешностей.	УК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-3
Методы уменьшения погрешностей при измерениях.	УК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-3
Моделирование параметров полупроводниковых приборов на основе экспериментальных результатов.	УК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-3
Процессы транспорта электронов в структурах приборов. Междолинные переходы. Эффект всплеска скорости.	УК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-3
«Объемный» и планарный диоды Ганна. Пролетные эффекты. Аналог эффекта Ганна в сверхрешетках.	УК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-3
Методы оценки нагрева диодов.	УК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-3
Методика измерений импульсных вольт-амперных характеристик диодов Ганна и диодов на основе сверхрешетки.	УК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-3
Расчет отрицательной дифференциальной проводимости на вольт-амперной характеристике диодов на основе сверхрешетки.	УК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-3

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Зеегер К. «Физика полупроводниковых приборов» Мир, М., 1977 – 14 экз.
2. Ансельм А. И. – «Введение в теорию полупроводников» [учеб. пособие для физ. специальностей вузов]. - М. : Наука, 1978

б) дополнительная литература:

1. Болховская О.В., Горбунов А.А., Грибова Е.З., Грязнова И.Ю., Калинин А.В., Канаков О.И., Корчагин А.Б., Мануилов В.Н., Миловский Н.Д., Павлов И.С., Савикин А.П. Методические материалы по определению процедур оценивания сформированности компетенций: Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2017. – 26 с. [Электронный ресурс]. URL: http://www.unn.ru/books/met_files/met_mat_Mil.pdf.
2. Петрова И.Э., Орлов А.В. Оценка сформированности компетенций. Учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: ННГУ, 2016. 48 с.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: компьютеры, проектор, доска, лабораторное оборудование.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО ННГУ по направлению подготовки 03.04.03 «Радиофизика».

Автор (ы) Тарасова Е.А.

и.о. заведующего кафедрой Маругин А.В.

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета от «25» мая 2023 года, протокол № 04/23