

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
ученого совета ННГУ
протокол № 13 от 30.11.2022 г.

Рабочая программа дисциплины

Экспериментальные методы физики твердого тела

(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

Квантовая радиофизика и лазерная физика

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижегород

2023 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
2	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина Б1.В.ДВ.03.03, <i>экспериментальные методы физики твердого тела</i> относится к части ООП направления подготовки 03.04.03 <i>радиофизика</i> , 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**	
ПК-1. Способен анализировать и обрабатывать научную информацию и результаты исследований в области квантовой радиофизики, лазерной физики и фотоники при решении задач своей профессиональной деятельности	ПК-1.1. Применяет принципы сбора и анализа информации, рассматривает и оценивает современные научные достижения, а также генерирует новые идеи при решении исследовательских и практических задач ПК-1.2. Работает с большим объемом данных, систематизирует и анализирует информацию, полученную из различных источников, в том числе с использованием современных информационных и коммуникационных технологий	<i>Знать</i> новые методы и методические подходы в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности; основные понятия, принципы и методы проведения эксперимента в области физики твердого тела <i>Уметь</i> применять полученные знания при проведении научных исследований в избранной области <i>Владеть</i> навыками решения задач, основываясь на полученных в ходе освоения дисциплины знаниях и умениях; методами описания конденсированных сред и использовать их при необходимости при проведении экспериментальных физических исследований.	<i>Собеседование</i>
ПК-2. Способен выполнять теоретические и	ПК-2.1. Анализирует современное состояние	<i>Знать</i> новые методы и методические подходы в научно-инновационных исследованиях и	<i>Собеседование</i>

экспериментальные исследования и разработки по отдельным разделам тем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области квантовой радиофизики, лазерной физики и фотоники и оформлять их результаты	исследований в области квантовой радиофизики, лазерной физики и фотоники, современные подходы к описанию и моделированию различных физических явлений и оценке полученных результатов ПК-2.2. Выбирает и применяет аналитические, аналитико-численные, экспериментальные методы исследования в соответствии с типом поставленной задачи ПК-2.3. Участвует в планировании, подготовке и проведении НИР ПК-2.4. Анализирует полученные данные, формулирует выводы и рекомендации по отдельным разделам тем в области квантовой радиофизики, лазерной физики и фотоники	инженерно-технологической деятельности; основные понятия, принципы и методы проведения эксперимента в области физики твердого тела <i>У1 (ПК-3) Уметь</i> применять полученные знания при проведении научных исследований в избранной области <i>В1 (ПК-3) Владеть</i> навыками решения задач, основываясь на полученных в ходе освоения дисциплины знаниях и умениях; методами описания конденсированных сред и использовать их при необходимости при проведении экспериментальных физических исследований.	
---	---	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	

- занятия лекционного типа - занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
самостоятельная работа	29
КСР	2
Промежуточная аттестация – экзамен/зачет	45

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		из них				
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
Тема 1. Получение низких температур.	7	4			4	3
Тема 2. Техника низкотемпературного эксперимента.	7	4			4	3
Тема 3. Низкотемпературная термометрия	7	4			4	3
Тема 4. Получение сильных магнитных полей	8	4			4	4
Тема 5. Конструкции гелиевых криостатов	8	4			4	4
Тема 6. Шумы в измерительных устройствах	8	4			4	4
Тема 7. Использование импульсной техники в физических измерениях	8	4			4	4

Тема 8. Приемники электромагнитного излучения	8	4			4	4
в т.ч.текущий контроль		2				
Промежуточная аттестация – экзамен						45

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

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 4 ч.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студента – неотъемлемая часть подготовки высококвалифицированного специалиста в соответствующей области. Ее цель – формирование у студентов способностей и навыков к непрерывному самообразованию и профессиональному совершенствованию.

Самостоятельная работа студентов подразумевает проработку лекционного и дополнительного материала.

Проработка лекционного материала осуществляется еженедельно после проведения аудиторных занятий в рамках часов, отведенных студентам на самостоятельную работу.

Выполнение домашних заданий осуществляется раз в две недели в соответствии с графиком изучения соответствующего лекционного материала по соответствующей тематике.

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	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.

	я от ответа						
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи . Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения,. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных 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 для экзамена

Вопрос	Код компетенции (согласно РПД)
Методы получения низких температур. Холодильные циклы и конструкции азотных и гелиевых ожижителей.	ПК-1
Получение температур ниже 1К (использование He3, метод адиабатического размагничивания).	ПК-1
Устройство и принцип работы криостатов замкнутого цикла.	ПК-1
Свойства жидкого He4 и его использование в низкотемпературном эксперименте. Техника низкотемпературного эксперимента, устройство и принципы работы криостатов.	ПК-1
Методы низкотемпературной термометрии. Первичные и вторичные термометры. Международные и национальные температурные шкалы. Металлические и полупроводниковые термометры сопротивления. Термопары.	ПК-1
Получение сильных магнитных полей с помощью соленоидов. Расчет магнитного поля на оси соленоида. Использование сверхпроводников для получения сильных магнитных полей. Импульсные магнитные поля.	ПК-2
Основные принципы конструирования гелиевых криостатов. Тепловые экраны. Оптимизация тоководов для сверхпроводящих соленоидов.	ПК-2
Естественные пределы измерений. Шумы в измерительных устройствах. Фазочувствительное (синхронное) детектирование. Улучшение отношения сигнал/шум при синхронном детектировании. Использование фильтров низкой и высокой частоты. Аналоговые и цифровые синхродетекторы.	ПК-2
Использование импульсной техники в физических измерениях. Стробоскопический анализ сигналов. Использование цифровых осциллографов для анализа импульсных сигналов.	ПК-2
Приемники электромагнитного излучения и их основные характеристики. Тепловые и фотоэлектрические приемники. Ограничение обнаружительной способности флуктуациями	ПК-2

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. *Монтгомери Д.* Получение сильных магнитных полей с помощью соленоидов. М., «Мир», 1971, 384с. – 4 экз.
2. *Макс Ж.* Методы и техника обработки сигналов при физических измерениях. М., Мир, 1983. – 10 экз.
3. *Зи С. М.* - Физика полупроводниковых приборов: в 2 кн. [Кн.] 1. - М. : Мир , 1984. - - 455 с. – 16 экз.
4. *Ю П., Кардона М.* Основы физики полупроводников. 3-е изд. М., Физматлит, 2002, 560 с. – 3 экз.

б) дополнительная литература:

1. *Лоунасмаа О.В.* Принципы и методы получения температур ниже 1К. – М., Мир, 1977, 356 с. – 2 экз.
2. *Уилсон М. Н.* - Сверхпроводящие магниты. - М.: Мир, 1985. - 407 с. – 2 экз.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

<http://temperatures.ru> Информационный портал о температурных датчиках.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения лекций и практических занятий требуется типовое оборудование лекционной аудитории.

Для подготовки самостоятельных контрольных работ и для их графического представления (если это необходимо), а также для расширения коммуникационных возможностей студенты имеют возможность работать в компьютерных классах с соответствующим лицензионным программным обеспечением и выходом в Интернет.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 03.04.03 Радиофизика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 7 августа 2020 г. N 918.

Автор (ы) д.ф.-м.н. профессор В.И. Гавриленко

Заведующий кафедрой д.ф.-м.н. профессор М.И.Бакунов

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета «14» ноября 2022 года, протокол № 08/22.