

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

---

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Экспериментальные методы физики твердого тела

---

Уровень высшего образования

Магистратура

---

Направление подготовки / специальность

03.04.03 - Радиофизика

---

Направленность образовательной программы

Квантовая радиофизика и лазерная физика

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.03.03 Экспериментальные методы физики твердого тела относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

## 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	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
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	ПК-1.1: Знать основные понятия, принципы и методы проведения эксперимента в области физики твердого тела. Уметь решать типовые задачи по планированию экспериментальных исследований в области физики твердого тела. Владеть навыками практического применения принципов организации эксперимента в области физики твердого тела.  ПК-1.2: Знать основные понятия, принципы и методы проведения эксперимента в области физики твердого тела. Уметь решать типовые задачи по планированию экспериментальных исследований в области физики твердого тела. Владеть навыками практического применения принципов организации эксперимента в области физики твердого тела.	Реферат	Экзамен: Контрольные вопросы
ПК-2: Способен выполнять	ПК-2.1: Анализирует современное состояние	ПК-2.1: Уметь применять полученные	Реферат	

<p>теоретические и 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</p>	<p>исследований в области квантовой радиофизики, лазерной физики и фотоники, современные подходы к описанию и моделированию различных физических явлений и оценке полученных результатов</p> <p>ПК-2.2: Выбирает и применяет аналитические, аналитико-численные, экспериментальные методы исследования в соответствии с типом поставленной задачи</p> <p>ПК-2.3: Участвует в планировании, подготовке и проведении НИР</p> <p>ПК-2.4: Анализирует полученные данные, формулирует выводы и рекомендации по отдельным разделам тем в области квантовой радиофизики, лазерной физики и фотоники</p>	<p>знания при проведении научных исследований в избранной области.</p> <p>Владеть методами описания конденсированных сред и использовать их при необходимости при проведении экспериментальных физических исследований.</p> <p>ПК-2.2:</p> <p>Уметь применять полученные знания при проведении научных исследований в избранной области.</p> <p>Владеть методами описания конденсированных сред и использовать их при необходимости при проведении экспериментальных физических исследований.</p> <p>ПК-2.3:</p> <p>Уметь применять полученные знания при проведении научных исследований в избранной области.</p> <p>Владеть методами описания конденсированных сред и использовать их при необходимости при проведении экспериментальных физических исследований.</p> <p>ПК-2.4:</p> <p>Уметь применять полученные знания при проведении научных исследований в избранной области.</p> <p>Владеть методами описания конденсированных сред и использовать их при необходимости при проведении экспериментальных физических исследований.</p>		<p>Экзамен:</p> <p>Контрольные вопросы</p>
--	--	---	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная</b>
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>3</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>108</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	0
- КСР	2
<b>самостоятельная работа</b>	<b>29</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>45</b> <b>Экзамен</b>

### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/ лабора- торные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
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
Аттестация	45				
КСР	2			2	
Итого	108	32	0	34	29

### Содержание разделов и тем дисциплины

При изучении дисциплины используются современные образовательные технологии.

Предусматривается широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (разбор конкретных ситуаций, тренинги по решению практических задач) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) по дисциплине проходит в форме лекций и практических занятий, в том числе демонстрационных занятий с посещением научных лабораторий. На занятиях лекционного типа используются мультимедийные средства поддержки образовательного процесса, часть занятий проводятся в виде лекций с проблемным изложением материала. На занятиях практического типа разбираются решения задач различной степени сложности, проводятся обсуждения рассматриваемых проблем в свете последних научных достижений в данной области. Студенты работают как индивидуально, так и коллективно.

Самостоятельная работа включает в себя теоретическую подготовку к занятиям по материалам лекций и рекомендованной литературе, приведенной в конце данной программы, а также подготовку реферата по одной из тем курса. Кроме того, студенты имеют возможность принимать участие в семинарах с представителями российских и зарубежных научных организаций, проводимых в Институте физики микроструктур РАН – филиале Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук». Формой итогового контроля знаний студентов по дисциплине является экзамен, проводимый по окончании семестра, в ходе которого оценивается уровень теоретических знаний и навыки решения практических задач.

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 обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

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, решение домашних контрольных работ с последующей проверкой навыков решения задач.

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

Помимо этого проводится работа с дополнительным материалом (рекомендованной литературой, приведенной в конце данной программы).

В рамках освоения программы курса студенты должны подготовить реферат по одной из рассматриваемых тем, выбранной совместно с преподавателем. Ниже приводятся примерные темы для подготовки рефератов.

1. Методы получения низких температур. Техника низкотемпературного эксперимента,

устройство и принципы работы криостатов.

2. Свойства жидкого  $He^4$  и его использование в низкотемпературном эксперименте.
3. Получение температур ниже 1К. Наблюдение квантового эффекта Холла.
4. Устройство и принцип работы криостатов замкнутого цикла.
5. Методы низкотемпературной термометрии. Первичные и вторичные термометры.

Международные и национальные температурные шкалы. Металлические и полупроводниковые термометры сопротивления. Термопары.

6. Получение сильных магнитных полей с помощью соленоидов. Расчет магнитного поля на оси соленоида.

7. Использование сверхпроводников для получения сильных магнитных полей. Импульсные магнитные поля.

8. Основные принципы конструирования гелиевых криостатов. Тепловые экраны.

Оптимизация тоководов для сверхпроводящих соленоидов.

9. Естественные пределы измерений. Шумы в измерительных устройствах.

10. Фазочувствительное (синхронное) детектирование. Улучшение отношения сигнал/шум при синхронном детектировании.

11. Аналоговые и цифровые синхродетекторы. Использование фильтров низкой и высокой частоты.

12. Использование импульсной техники в физических измерениях. Стробоскопический анализ сигналов. Использование цифровых осциллографов для анализа импульсных сигналов.

13. Приемники электромагнитного излучения и их основные характеристики. Ограничение обнаружительной способности флуктуациями фонового излучения.

14. Микроволновая спектроскопия. Опыты по циклотронному резонансу.

## **5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

### **5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:**

#### **5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Реферат) для оценки сформированности компетенции ПК-1:**

1. Методы получения низких температур. Техника низкотемпературного эксперимента, устройство и принципы работы криостатов.

2. Свойства жидкого  $He^4$  и его использование в низкотемпературном эксперименте.

3. Получение температур ниже 1К. Наблюдение квантового эффекта Холла.

4. Устройство и принцип работы криостатов замкнутого цикла.

5. Методы низкотемпературной термометрии. Первичные и вторичные термометры. Международные и национальные температурные шкалы. Металлические и полупроводниковые термометры сопротивления. Термопары.

6. Получение сильных магнитных полей с помощью соленоидов. Расчет магнитного поля на оси соленоида.

7. Использование сверхпроводников для получения сильных магнитных полей. Импульсные магнитные поля.

8. Основные принципы конструирования гелиевых криостатов. Тепловые экраны. Оптимизация тоководов для сверхпроводящих соленоидов.

9. Естественные пределы измерений. Шумы в измерительных устройствах.

10. Фазочувствительное (синхронное) детектирование. Улучшение отношения сигнал/шум при синхронном детектировании.

11. Аналоговые и цифровые синхродетекторы. Использование фильтров низкой и высокой частоты.

12. Использование импульсной техники в физических измерениях. Стробоскопический анализ сигналов. Использование цифровых осциллографов для анализа импульсных сигналов.

13. Приемники электромагнитного излучения и их основные характеристики. Ограничение обнаружительной способности флуктуациями фонового излучения.

14. Микроволновая спектроскопия. Опыты по циклотронному резонансу.

#### **5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Реферат) для оценки сформированности компетенции ПК-2:**

Темы для рефератов общие для оценки компетенций. Оценивание каждой компетенции будет проводиться при проверке реферата

#### **Критерии оценивания (оценочное средство - Реферат)**

Оценка	Критерии оценивания
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
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

Оценка	Критерии оценивания
	этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
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. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения 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. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<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	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков.	При решении стандартных задач не	Имеется минимальный набор	Продemonстрированы базовые	Продemonстрированы базовые	Продemonстрированы навыки	Продemonстрирован творческий

	Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	подход к решению нестандартных задач
--	--	--	--	---	---	--	--------------------------------------

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	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
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «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».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

### 5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

#### 5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-1

1. Методы получения низких температур. Холодильные циклы и конструкции азотных и гелиевых ожижителей.
2. Получение температур ниже 1К (использование He3, метод адиабатического размагничивания).
3. Устройство и принцип работы криостатов замкнутого цикла.
4. Свойства жидкого He4 и его использование в низкотемпературном эксперименте. Техника низкотемпературного эксперимента, устройство и принципы работы криостатов.
5. Методы низкотемпературной термометрии. Первичные и вторичные термометры. Международные и национальные температурные шкалы. Металлические и полупроводниковые термометры сопротивления. Термопары.

### 5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-2

1. Получение сильных магнитных полей с помощью соленоидов. Расчет магнитного поля на оси соленоида. Использование сверхпроводников для получения сильных магнитных полей. Импульсные магнитные поля.
2. Основные принципы конструирования гелиевых криостатов. Тепловые экраны. Оптимизация тоководов для сверхпроводящих соленоидов.
3. 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.
4. Использование импульсной техники в физических измерениях. Стробоскопический анализ сигналов. Использование цифровых осциллографов для анализа импульсных сигналов.
5. Приемники электромагнитного излучения и их основные характеристики. Тепловые и фотоэлектрические приемники. Ограничение обнаружительной способности флуктуациями фонового излучения.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
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
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»
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»

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### Основная литература:

1. Монтгомери Д. Брюс. Получение сильных магнитных полей с помощью соленоидов. Магнитные и механические свойства конструкций из обычных и сверхпроводящих материалов : пер. с англ. / под ред. Н. Е. Алексеевского. - М. : Мир, 1971. - 359 с. : ил. - 2.28., 4 экз.
2. Макс Жак. Методы и техника обработки сигналов при физических измерениях : пер. с фр. А. Ф. Горюнова, А. В. Крянева : в 2 т. Т. 1. Основные принципы и классические методы / под ред. Н. Г. Волкова. - М. : Мир, 1983. - 311 с. : ил. - 1.50., 10 экз.
3. Макс Жак. Методы и техника обработки сигналов при физических измерениях : пер. с фр. Ю. В. Пяткова [и др.] : в 2 т. Т. 2. Техника обработки сигналов. Применения. Новые методы / под ред. Н. Г. Волкова. - М. : Мир, 1983. - 256 с. : ил. - 1.30., 12 экз.
4. Зи С. М. Физика полупроводниковых приборов : в 2 кн. [Кн.] 1 / пер. с англ. В. А. Гергеля, В. В. Ракитина ; под ред. Р. А. Суриса. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Мир , 1984. - 455 с. : ил. - 2.20., 16 экз.
5. Ю Питер. Основы физики полупроводников = Fundamentals of Semiconductors / пер. с англ. И. И. Решиной ; под ред. Б. П. Захарчени. - М. : Физматлит, 2002. - 560 с. - ISBN 5-9221-0268-0 : 56.00., 3 экз.
6. Эдельман Валериан Семенович. Вблизи абсолютного нуля : [для детей]. - М. : Наука, 1983. - 175 с. : ил. - (Библиотечка "Квант" ; вып. 26). - 0.30., 1 экз.
7. Лоунасмаа Олли В. Принципы и методы получения температур ниже 1 К / пер. с англ. В. Б. Гиномдана и Б. Г. Журкина ; под ред. А. Б. Фрадкова. - М. : Мир, 1977. - 356 с. - 2.90., 2 экз.
8. Кунце Ханс-Иохим. Методы физических измерений / пер. с нем. Б. Б. Страумала ; под ред. Л. С. Швиндлермана. - М. : Мир, 1989. - 214 с. : ил. - 0.80., 2 экз.
9. Зил ван дер Альдерт. Шум : Источники, описание, измерение / пер. с англ. В. Н. Кулешова и Д. П. Царапкина ; под ред. А. К. Нарышкина. - М. : Советское радио, 1973. - 229 с. : ил. - 0.84., 5 экз.
10. Мосс Т. Полупроводниковая оптоэлектроника / пер. с англ. А. А. Гиппиуса и А. Н. Ковалева ; под ред. С. А. Медведева. - М. : Мир, 1976. - 431 с. : ил. - 2.01., 3 экз.
11. Рогальский Антоний. Инфракрасные детекторы = Infrared Detectors : пер. с англ. / под ред. А. В. Войцеховского ; РАН, Сиб. отд-ние, Ин-т полупроводников ; Том. гос. ун-т. - Новосибирск : Наука, 2003. - 636 с. - ISBN 5-02-032029-3. - ISBN 90-5699-203-1. - ISBN 0275-7230 : 70.00., 2 экз.

### Дополнительная литература:

1. Лоунасмаа Олли В. Принципы и методы получения температур ниже 1 К / пер. с англ. В. Б. Гиномдана и Б. Г. Журкина ; под ред. А. Б. Фрадкова. - М. : Мир, 1977. - 356 с. - 2.90., 2 экз.
2. Уилсон Мартин Н. Сверхпроводящие магниты / пер. с англ. Н. Н. Потапова, А. И. Русинова ; под ред. Е. Ю. Клименко. - М. : Мир, 1985. - 407 с. : ил. - 3.20., 2 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

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

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения.

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 по направлению подготовки/специальности 03.04.03 - Радиофизика.

Автор(ы): Гавриленко Владимир Изяславович, доктор физико-математических наук, профессор.

Заведующий кафедрой: Бакунов Михаил Иванович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 18.12.2023 г., протокол № 09/23.