

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 Ученого совета ННГУ

протокол № 10 от 02.12.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Электромагнитные волны в анизотропных средах

---

Уровень высшего образования

Магистратура

---

Направление подготовки / специальность

03.04.03 - Радиофизика

---

Направленность образовательной программы

Электромагнитные волны в средах

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2025 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.06.01 Электромагнитные волны в анизотропных средах 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 физики и радиофизики при решении задач своей профессиональной деятельности	<p>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</p> <p>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</p>	<p>ПК-1.1:</p> <p>Знать: методы критического анализа и оценки современных научных достижений в области своей профессиональной деятельности</p> <p>Уметь: определять наиболее актуальные направления исследований в области профессиональной деятельности</p> <p>Владеть: навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований</p> <p>ПК-1.2:</p> <p>Знать: современные информационные и коммуникационные технологии сбора и анализа большого объема данных</p> <p>Уметь: систематизировать и анализировать данные большого объема</p> <p>Владеть: навыками работы с большим объемом данных, полученных из различных источников</p>	Тест	Зачёт: Контрольные вопросы
ПК-2: Способен выполнять	ПК-2.1: Анализирует современное состояние	ПК-2.1: Знать: современное	Тест	

<p>теоретические и экспериментальные исследования и разработки по отдельным разделам тем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области физики и радиофизики и оформлять их результаты</p>	<p>исследований в области физики и радиофизики, 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 физики и радиофизики</p>	<p>состояние исследований, современные подходы к описанию различных явлений в области своей профессиональной деятельности</p> <p>Уметь: анализировать современное состояние исследований в области физики и радиофизики</p> <p>Владеть: навыками моделирования различных явлений в области физики и радиофизики</p> <p>ПК-2.2:</p> <p>Знать: современные подходы к моделированию различных явлений</p> <p>Уметь: выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования</p> <p>Владеть: навыками проведения моделирования или эксперимента для решения конкретной научно-исследовательской задачи</p> <p>ПК-2.3:</p> <p>Знать: основные принципы организации научного исследования</p> <p>Уметь: анализировать процесс выполнения научного исследования и, в случае необходимости, корректировать план исследования на определенных этапах</p> <p>Владеть: навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов</p> <p>ПК-2.4:</p> <p>Знать: современные подходы к оценке полученных результатов в области своей</p>		<p>Зачёт:</p> <p>Контрольные вопросы</p>
---	--	---	--	--

		<p>профессиональной деятельности</p> <p>Уметь: анализировать полученные данные, формулировать выводы и рекомендации по отдельным разделам тем в области физики и радиофизики</p> <p>Владеть: навыками оценки полученных результатов и формулировки выводов для выполненной научно-исследовательской задачи</p>		
<p>ПК-3: Способен разрабатывать и подготавливать составные части документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок</p>	<p>ПК-3.1: Использует знание нормативных документов для составления заявок, грантов, проектов НИР, применяет заданные требования и правила при оформлении рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях</p> <p>ПК-3.2: Представляет результаты НИР академическому и бизнес-сообществу</p> <p>ПК-3.3: Участвует в составлении и подаче конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по направленности Радиофизика</p>	<p>ПК-3.1:</p> <p>Знать: основные требования к составлению научно-технических отчетов и документации</p> <p>Уметь: применять заданные требования и правила к оформлению рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях</p> <p>Владеть: навыками составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов и обзоров, публикаций</p> <p>ПК-3.2:</p> <p>Знать: основные способы представления и продвижения результатов НИР</p> <p>Уметь: структурировать презентационный материал, выделять основные результаты деятельности для их представления и расставлять акценты</p> <p>Владеть: навыками представления результатов НИР перед научным и академическим сообществом</p> <p>ПК-3.3:</p> <p>Знать: основные этапы подготовки НИР и составления проекта НИР</p> <p>Уметь: анализировать проектную документацию на выполнение НИР</p>	Тест	<p>Зачёт:</p> <p>Задания</p>

		Владеть: навыками составления части проектной документации для проведения НИР		
--	--	---	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная</b>
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>2</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>72</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>32</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>0</b>
- КСР	<b>1</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>39</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>0</b> <b>Зачёт</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/лабораторные работы), часы	Всего	
	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
1. Введение	4	1		1	3
2. Основы электродинамики магнитоактивной плазмы	7	3		3	4
3. Распространение плоских электромагнитных волн в магнитоактивной плазме	18	8		8	10
4. Элементы теории распространения волновых пучков в магнитоактивной плазме	8	4		4	4
5. Распространение электромагнитных волн при наличии направляющих систем с магнитоактивным плазменным заполнением	12	6		6	6
6. Излучение электромагнитных волн заданными источниками в однородной магнитоактивной плазме	10	4		4	6
7. Излучение электромагнитных волн заданными источниками при наличии направляющих систем с магнитоактивным плазменным	12	6		6	6

заполнением					
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	72	32	0	33	39

### Содержание разделов и тем дисциплины

#### Раздел 1. Введение

Предмет и задачи курса. Анизотропия и гиротропия. Примеры анизотропных и гиротропных сред. Магнитоактивные среды.

#### Раздел 2. Основы электродинамики магнитоактивной плазмы

2.1. Уравнения электромагнитного поля и граничные условия.

2.2. Материальные уравнения электромагнитного поля в магнитоактивных средах. Тензоры комплексной диэлектрической проницаемости и комплексной проводимости газовой и твердотельной плазмы в постоянном магнитном поле.

2.3. Энергия электромагнитного поля, мощность джоулевых потерь, вектор плотности потока энергии в магнитоактивной плазме.

2.4. Лемма Лоренца и теорема взаимности в случае анизотропной среды. Транспонированное соотношение взаимности в магнитоактивной плазме.

#### Раздел 3. Распространение плоских электромагнитных волн в магнитоактивной плазме

3.1. Плоские волны в магнитоактивной плазме. Дисперсионное уравнение для плоских волн.

Нормальные волны. Поверхности волновых векторов и лучевые поверхности. Взаимная ориентация волнового и лучевого векторов.

3.2. Основные особенности распространения нормальных волн в магнитоактивной плазме.

а) Показатели преломления и поляризация нормальных волн при распространении вдоль и поперек внешнего магнитного поля. Эффекты Фарадея и Коттона–Мутона.

б) Показатели преломления и поляризация нормальных волн при распространении под произвольным углом к внешнему магнитному полю. Частоты отсечки и резонансные частоты.

в) Примеры поверхностей волновых векторов и лучевых поверхностей для различных частотных интервалов. Конус Стори. Коническая рефракция.

3.3. Особенности распространения электромагнитных волн в магнитоактивной плазме в важных частных случаях.

а) Потенциальные (электростатические) волны и условия их существования. Резонансный конус.

б) «Спиральные» волны (свистовое приближение). Свистовые волны в газовой плазме. Геликоны в плазме металлов и полупроводников.

в) Низкочастотные волны. Альфвеновские и магнитозвуковые волны в газовой и твердотельной плазме.

Переход к магнитогидродинамическому приближению. Магнитогидродинамические волны.

#### Раздел 4. Элементы теории распространения волновых пучков в магнитоактивной плазме.

Угловой спектр плоских волн в магнитоактивной плазме. Квазиоптическое приближение.

Распространение волновых пучков в особых направлениях, отвечающих конусу Стори и конической рефракции.

#### Раздел 5. Распространение электромагнитных волн при наличии направляющих систем с магнитоактивным плазменным заполнением.

5.1. Обзор важных для приложений случаев распространения электромагнитных волн в присутствии направляющих систем с магнитоактивным плазменным заполнением.

5.2. Обзор приближенных методов анализа замагниченных плазменных направляющих систем.

5.3. Примеры строго решаемых задач (волны, направляемые однородным плоским плазменным слоем и однородным цилиндрическим плазменным столбом во внешнем магнитном поле).

#### Раздел 6. Излучение электромагнитных волн заданными источниками в однородной магнитоактивной

плазме.

6.1. Представление поля заданных источников в виде интеграла Фурье и в виде разложения по системе собственных волн с непрерывным пространственным спектром.

6.2. Вычисление поля в дальней зоне. Диаграмма направленности излучения по мощности. Полная мощность излучения и ее распределение по пространственному спектру возбуждаемых квазиплоских волн.

6.3. Примеры расчета характеристик излучения простейших источников (электрического диполя и круговой рамки с током) в магнитоактивной плазме.

Раздел 7. Излучение электромагнитных волн заданными источниками при наличии направляющих систем с магнитоактивным плазменным заполнением.

7.1. Обзор методов отыскания полей заданных источников при наличии плазменных направляющих систем во внешнем магнитном поле. Представление поля в виде разложения в интеграл Фурье по продольному волновому числу.

7.2. Спектральное представление поля. Постановка задачи о собственных волнах открытой направляющей системы в магнитоактивной плазме. Волны дискретной и непрерывной частей пространственного спектра. Расчет коэффициентов возбуждения собственных волн.

7.3. Примеры строго решаемых задач излучения заданных источников при наличии замагниченных плазменных волноводов.

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.

1. Топтыгин И.Н., Флейшман Г.Д. Генерация собственных мод заданным током в анизотропных и гиротропных средах // Успехи физических наук. 2008. Т. 178, № 4. С. 385–396. Режим доступа: <https://ufn.ru/ru/articles/2008/4/c/>

2. Kudrin A.V., Petrov E.Yu., Kyriacou G.A., Zaboronkova T.M. Electromagnetic radiation from sources embedded in a cylindrically stratified unbounded gyrotropic medium // Progress in Electromagnetics Research B. 2009. V. 12. P. 297–331. Режим доступа: <https://www.jpier.org/pierb/pier.php?paper=08120503>

3. Еськин В.А. Электромагнитные волны в замагниченных плазменных волноводах: Учебное пособие. Нижний Новгород: ННГУ, 2012. 108 с. Режим доступа: [http://www.unn.ru/books/met\\_files/Eskin.pdf](http://www.unn.ru/books/met_files/Eskin.pdf)

#### **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 - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-1:

1. Какая из нижеперечисленных сред НЕ имеет гиротропных свойств:

- а) магнитоактивная плазма;
- б) феррит во внешнем магнитном поле;
- в) полупроводник во внешнем магнитном поле;
- г) кристалл с диагональным тензором диэлектрической проницаемости.

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

2. Альфвеновская волна в магнитоактивной плазме может существовать в следующем диапазоне частот:

- а)  $\omega < \Omega_H$ ,
- б)  $\omega > \Omega_H$ ,
- в)  $\Omega_H < \omega < \omega_p$ ,
- г)  $\omega > \omega_p$ ,

где  $\Omega_H$  и  $\omega_H$  – гирочастота ионов и электронов соответственно,  $\omega_p$  – плазменная частота электронов.

### 5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-3:

1. Одноосные кристаллы описываются:

- а) недиагональным тензором диэлектрической проницаемости  $\varepsilon$  (при его записи в главных осях);
- б) диагональным тензором диэлектрической проницаемости с компонентами  $\varepsilon_{11} = \varepsilon_{22} = \varepsilon_{\perp}$ ,  $\varepsilon_{33} = \varepsilon_{\parallel}$ ;
- в) диагональным тензором диэлектрической проницаемости с компонентами  $\varepsilon_{11} \neq \varepsilon_{22} \neq \varepsilon_{33}$ ;
- г) скалярной диэлектрической проницаемостью  $\varepsilon_{\perp}$ .

### Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
не зачтено	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продemonстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продemonстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.

### 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 отдельными 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. 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	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

## Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка	Уровень подготовки
--------	--------------------

<b>зачтено</b>	<b>превосходно</b>	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
	<b>отлично</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	<b>очень хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	<b>хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	<b>удовлетворительно</b>	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»
<b>не зачтено</b>	<b>неудовлетворительно</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	<b>плохо</b>	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. Анизотропия и гиротропия. Физические причины возникновения анизотропии и гиротропии.
2. Материальные уравнения для анизотропных диспергирующих сред. Временная и пространственная дисперсия. Тензоры комплексной проводимости и комплексной диэлектрической проницаемости.

3. Плоские волны в анизотропных средах. Дисперсионное уравнение для плоских волн. Поверхность показателя преломления. Лучевой вектор. Лучевая поверхность.

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

1. Магнитоактивные среды. Тензор комплексной диэлектрической проницаемости газовой плазмы в постоянном магнитном поле.
2. Тензор комплексной диэлектрической проницаемости твердотельной плазмы в постоянном магнитном поле.
3. Плоские волны в магнитоактивных средах. Дисперсионное уравнение для плоских волн. Обыкновенная и необыкновенная волны.

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

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
не зачтено	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продemonстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продemonстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.

### 5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-3

Оформить отчет по ответам на контрольные вопросы.

#### Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
не зачтено	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продemonстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продemonстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.

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

Основная литература:

1. Ландау Лев Давидович. Теоретическая физика : учеб. пособие для студентов физ. специальностей ун-тов : в 10 т. Т. 8. Электродинамика сплошных сред / под ред. Л. П. Питаевского. - 4-е изд., стер. - М. : Физматлит, 2003. - 656 с. - ISBN 5-9221-0123-4 (т. 8). - ISBN 5-9221-0053-X : 256.00., 2 экз.
2. Теория волн : [учеб. пособие для физ. специальностей вузов]. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука, 1990. - 432 с. : граф. - ISBN 5-02-014050-3 (в пер.) : 3.10., 4 экз.
3. Александров Андрей Федорович. Основы электродинамики плазмы : [учеб. для физ. специальностей ун-тов] / под ред. А. А. Рухадзе. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1988. - 423, [1] с. : граф. - ISBN 5-06-001404-5 (в пер.) : 1.20., 12 экз.

#### Дополнительная литература:

1. Гинзбург Виталий Лазаревич. Распространение электромагнитных волн в плазме. - 2-е изд., перераб. - М. : Наука, 1967. - 683 с. : с черт. - 3.01., 95 экз.
2. Агранович В. М. Кристаллооптика с учетом пространственной дисперсии и теория экситонов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука, 1979. - 432 с. : ил. - 2620.00., 3 экз.

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

1. Microsoft Office (номера лицензий: 62421356 (12 шт.), 62421349);
2. Acrobat Professional 11.0 (номера лицензий: 65195558, 6 шт.);
3. Электронно-библиотечные системы (электронная библиотека):  
<http://e.lanbook.com/>;  
<http://www.biblioclub.ru>.

#### **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): Кудрин Александр Владимирович, доктор физико-математических наук, профессор.

Рецензент(ы): Гавриленко Владимир Георгиевич, доктор физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Кудрин Александр Владимирович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 28.11.2024, протокол № 6/24.