

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВПО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой радиофизики



_____ (Корчагин Ю.Э.)

подпись, расшифровка подписи

07.06.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.07. Современные проблемы радиофизики

- 1. Код и наименование направления подготовки:** 03.04.03 Радиофизика
- 2. Профили подготовки:** Компьютерные методы обработки радиофизической информации / Системы телекоммуникаций и радиоэлектронной борьбы / Микроэлектроника и полупроводниковые приборы
- 3. Квалификация (степень) выпускника:** магистр
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** кафедра радиофизики
- 6. Составители программы:** Захаров Александр Викторович, к.ф.м.н., доцент
- 7. Рекомендована:** НМС физического факультета, прот. № 5 от 25.05.2023 г.
- 8. Учебный год:** 2023/2024 **Семестр(ы):** 1
- 9. Цели и задачи учебной дисциплины**

Целью изучения дисциплины является формирование у студентов целостного представления о радиофизике, как фундаментальной и прикладной науке, об основных отраслях и направлениях развития современной радиофизики, о радиофизических методах и особенностях их применения в различных областях естествознания.

Задачей изучения дисциплины является ознакомление:

- с фундаментальными разделами радиофизики, которые возникли в результате применения радиофизических методов в различных отраслях физики, но не рассматривались ранее в рамках других учебных дисциплин,
- с фундаментальными проблемами естествознания, решение которых осуществляется с использованием радиофизических методов исследования;

- с важнейшими открытиями современной радиофизики, включая работы по радиофизике, за которые получены Нобелевские премии.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Цикл, к которому относится дисциплина.

Обязательная дисциплина. Базовая часть.

Требования к входным знаниям, умениям и компетенциям:

Студенты должны **знать**:

- основы дисциплин модуля "Физика колебательных и волновых процессов";
- основы дисциплин модуля "Электроника",
- основы дисциплин модулей «Общая физика» и «Теоретическая физика»,
- основы астрономии и астрофизики.

Студенты должны **уметь**:

- применять знания, полученные при освоении базовых дисциплин, к новым дисциплинам и областям знания;
- владеть компьютером и современным программным обеспечением на уровне опытного пользователя;
- находить новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии, в том числе Интернет;

Студенты должны **владеть**:

- способностью к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности;
- способностью самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии;
- способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;
- способностью понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования
- компьютером на уровне опытного пользователя, в том числе с применением информационных технологий.

Данная дисциплина является предшествующей для остальных дисциплин данного профиля подготовки, так как формирует общенаучную основу изучения этих дисциплин, а также развивает способность к абстрактному мышлению, анализу и синтезу.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Коды	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК - 1	Способность применять фундаментальные знания в области физики и радио-	ОПК - 1.1	Владеть знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики и	Знать: - основные законы фундаментальных разделов физики и радиофизики; - задачи, стоящие перед современной физикой и радиофизикой, реше-

	<p>физики для решения научно-исследовательских задач, в том числе в сфере педагогической деятельности</p>		<p>применять их для решения научно-исследовательских задач</p>	<p>ние которых актуально в настоящее время;</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные достижения и открытия современной физики и радиофизики, имеющие фундаментальное значение. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать в научно-исследовательской деятельности знание фундаментальных разделов радиофизики; - применять радиофизические методы в научно-исследовательской деятельности для решения поставленных задач; - использовать новейшие достижения и открытия современной радиофизики для решения задач в научно-исследовательской деятельности; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - способностью постановки научно-исследовательских задач с учетом знания фундаментальных разделов физики и радиофизики; - радиофизическими методами для решения поставленных научно-исследовательских задач;
		<p>ОПК - 1.2</p>	<p>Применять знания фундаментальных разделов физики и радиофизики в сфере педагогической деятельности</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные разделы физики и радиофизики, определяющие формирование естественно-научной картины окружающего мира у обучающихся; - актуальные проблемы физики и радиофизики, решение которых важно для современного естествознания; - основные достижения и открытия современной физики и радиофизики, имеющие значения для формирования научной картины мира у обучающихся. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать знание фундаментальных разделов физики и радиофизики в процессе педагогической деятельности; - использовать новейшие достижения и открытия современной физики и радиофизики для формирования естественно-научной картины окружающего мира у обучающихся; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - научно-технической терминологией фундаментальных разделов физики и радиофизики с целью приме-

				<p>нения ее в рамках педагогической деятельности;</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами использования и систематического изложения знаний фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимых для формирования научной картины мира у обучающихся; - приемами эффективного использования современных образовательных и информационных технологий в педагогической деятельности.
		ОПК - 1.3	Использовать математические модели, необходимые для решения профессиональных задач	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - математические модели объектов исследования современной физики и радиофизики, необходимые для решения научно-исследовательских задач. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять математические модели современной физики и радиофизики для решения профессиональных задач научно-исследовательской деятельности. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - математическим аппаратом современной физики и радиофизики, необходимым для решения профессиональных задач научно-исследовательской деятельности; - радиофизическими методами исследования для решения профессиональных задач на основе принятых математических моделей физических сред и объектов.
ОПК - 2	Способность определять сферу внедрения результатов прикладных научных исследований в области своей профессиональной деятельности	ОПК- 2.1	Анализировать возможные области применения результатов прикладных научных исследований в области своей профессиональной деятельности.	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - направления прикладных научных исследований в области своей профессиональной деятельности; - основные результаты научных исследований в области своей профессиональной деятельности; - возможные области применения результатов прикладных научных исследований в области своей профессиональной деятельности. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выявлять возможные области применения результатов прикладных научных исследований в области своей профессиональной деятельности;

				<p>- применять на практике результатов прикладных научных исследований в своей профессиональной деятельности.</p> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами анализа результатов прикладных научных исследований в своей профессиональной деятельности и возможных областей применения этих результатов.
ОПК - 3	Способность применять современные информационные технологии, использовать компьютерные сети и программные продукты для решения задач профессиональной деятельности.	ОПК-3.2	Использует современные информационные технологии для поиска научно-технической информации	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - общие принципы представления научно-технической информации, стандарты ее классификации; - структуру современных баз данных и справочно-информационных ресурсов; - возможные источники научно-технической информации в области своей профессиональной деятельности; - особенности и возможности современных информационных технологий для поиска научно-технической информации. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - искать научно-техническую информацию с использованием современных информационных технологий и ресурсов; - выбрать наиболее рациональную схему поиска в соответствии с поставленными задачами и условиями; - быстро выделять такие источники информации, которые содержат сведения, необходимые для профессиональной деятельности; - пользоваться электронными базами данных российских и зарубежных библиотек и хранилищ. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами поиска научно-технической информации с использованием современных информационных технологий, включая сети Интернет; - навыками использования библиографических и вспомогательных информационных материалов; - методами работы с каталогами сетевых справочно-информационных ресурсов; - приемами работы с источниками информации, техникой чтения специальной научной и технической литературы.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 2 / 72.

Форма промежуточной аттестации — зачет.

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость			
		Всего	По семестрам		
			Семестр 1	Семестр 2	Семестр 3
Аудиторные занятия		24	24	-	-
в том числе:	лекции	12	12	-	-
	практические	12	12	-	-
	лабораторные	-	-	-	-
Самостоятельная работа		48	48	-	-
в том числе: курсовая работа (проект)		-	-	-	-
Форма промежуточной аттестации – <i>зачет</i>		-	-	-	-
Итого:		72	72	-	-

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
1. Лекции			
1.1	Понятие о радиофизике и радиофизических методах	Цели и задачи курса. Определение и предмет радиофизики. Основные отрасли радиофизики. Понятие о радиофизических методах. Активные и пассивные методы исследования физических сред и объектов. Отличия радиофизических и радиотехнических методов исследования.	-
1.2	Проблемы и методы радиоспектроскопии	Радиоспектроскопия как отрасль радиофизики. Предмет радиоспектроскопии. Методы радиоспектроскопии и их особенности по сравнению с методами оптической спектроскопии. Лабораторная радиоспектроскопия газов (микроволновая спектроскопия). Колебательные и вращательные спектры молекул. Устройство радиоспектрометра газов. Космическая радиоспектроскопия. Виды излучения и поглощения космических сред в спектральных радиолниях. Основные открытия космической радиоспектроскопии. Особенности радиоспектроскопии жидкостей и твердых тел. Сущность метода	-

		<p>ядерного магнитного резонанса. Устройство спектрометра ядерного магнитного резонанса.</p> <p>Радиоспектроскопия парамагнитных веществ. Сущность метода электронного парамагнитного резонанса. Устройство и особенности спектрометра электронного парамагнитного резонанса.</p>	
1.3	Проблемы и методы радиоастрономии	<p>Радиоастрономия как отрасль радиофизики. Наблюдательная и радиолокационная астрономия. Специфика радиоастрономии по сравнению с оптической астрономией.</p> <p>Механизмы излучения радиоволн в космических условиях. Источники космического радиоизлучения и их характеристики.</p> <p>Методика проведения радиоастрономических наблюдений. Радиоастрономические системы с заполненной апертурой (параболические и сферические рефлекторы, двухзеркальные антенны, антенные системы Крауса, антенны переменного профиля). Антенные решетки.</p> <p>Радиоинтерферометрические системы. Аддитивный и корреляционный радиоинтерферометры. Интерферометр интенсивностей. Особенность наблюдений с помощью радиоинтерферометров.</p> <p>Радиоастрономические системы с незаполненной апертурой. Крест Миллса, Т-образные системы, кольцевые антенны. Компаунд-интерферометры.</p> <p>Системы апертурного синтеза. Радиоинтерферометры со сверхбольшими базами.</p>	-
1.4	Радиофизика и проблема обнаружения гравитационных волн	<p>Понятие о гравитационных волнах. Характеристики гравитационных волн и их проявления.</p> <p>Возможные источники гравитационных волн. Косвенные свидетельства наличия гравитационных волн.</p> <p>Важность проблемы обнаружения гравитационных волн для современной космологии и естествознания.</p> <p>Детекторы гравитационных волн.</p> <p>Твердотельные резонансные детекторы.</p> <p>Гравитационные антенны на свободных массах. Лазерно-интерферометрические детекторы.</p> <p>Комбинированные лазерно-твердотельные системы.</p> <p>Доплеровские радиосистемы обнаружения гравитационных волн. Ротационно гетеродинные гравитационные антенны. Антенны с использованием резонаторов СВЧ.</p> <p>Современные национальные и международные проекты по обнаружению гравитационных волн (LIGO, VIRGO, LISA и др).</p>	-

		Результаты обнаружения гравитационных волн.	
1.5	Радиофизические аспекты проблемы SETI	<p>Поиск радиосигналов как основной метод решения проблемы SETI.</p> <p>Современная стратегия SETI. Выбор направления поиска. Проекты направленного поиска и сплошные обзоры небесной сферы в радиодиапазоне.</p> <p>Критерии выбора оптимальной частоты или диапазона частот при поиске сигналов ВЦ. Выбор момента приема сигналов ВЦ. Конвергентная стратегия.</p> <p>Критерии искусственности космических радиосигналов. Поиск монохроматического и искусственного стохастического радиоизлучения. Исследования статистической структуры космических сигналов.</p> <p>Обзор проектов поиска радиосигналов в проблеме SETI. Основные результаты поиска. Современное состояние проблемы поиска сигналов в проблеме SETI.</p>	-
1.6	Проблема обнаружения внесолнечных планет	<p>Важность проблемы обнаружения внесолнечных (экзо) планет для современной космологии и естествознания в целом.</p> <p>Методы обнаружения внесолнечных планет. Ограничения методов.</p> <p>Обзор открытий внесолнечных планет. Характеристики открытых планет.</p>	-
1.7	Проблема солнечной активности и ее влияния на наземные и космические системы	<p>Общее понятие о солнечной активности и ее проявления. Солнечные пятна и факельные поля. Механизм возникновения солнечных вспышек.</p> <p>Спорадическое радиоизлучение Солнца и его влияние на системы телекоммуникаций. Виды и механизмы спорадического радиоизлучения.</p> <p>Солнечный ветер и его влияние на магнитное поле Земли и состояние ионосферы. Механизм возникновения ионосферно-магнитных возмущений. Внезапные возмущения ионосферы и поглощение в полярных шапках. Влияние возмущений ионосферы на системы телекоммуникаций.</p>	-
2. Практические занятия			
2.1	Проблемы и методы радиоспектроскопии	<p>Лабораторная радиоспектроскопия газов (микроволновая спектроскопия). Колебательные и вращательные спектры молекул. Устройство радиоспектрометра газов.</p> <p>Сущность метода ядерного магнитного резонанса. Устройство спектрометра ядерного магнитного резонанса.</p> <p>Радиоспектроскопия парамагнитных веществ. Сущность метода электронного парамагнитного резонанса. Устройство и осо-</p>	-

		бенности спектрометра электронного парамагнитного резонанса.	
2.2	Проблемы и методы радиоастрономии	<p>Механизмы излучения радиоволн в космических условиях. Источники космического радиоизлучения и их характеристики.</p> <p>Методика проведения радиоастрономических наблюдений.</p> <p>Радиоастрономические системы с заполненной апертурой. Антенные решетки.</p> <p>Аддитивный и корреляционный радиоинтерферометры. Интерферометр интенсивностей. Особенности интерпретации наблюдений с помощью интерферометров.</p>	-
2.3	Радиофизика и проблема обнаружения гравитационных волн	<p>Детекторы гравитационных волн.</p> <p>Твердотельные резонансные детекторы.</p> <p>Гравитационные антенны на свободных массах. Лазерно-интерферометрические детекторы.</p> <p>Комбинированные лазерно-твердотельные системы.</p> <p>Доплеровские радиосистемы обнаружения гравитационных волн. Ротационно гетеродинные гравитационные антенны. Антенны с использованием резонаторов СВЧ.</p>	-
2.4	Радиофизические аспекты проблемы SETI	<p>Современная стратегия SETI. Выбор направления поиска. Проекты направленного поиска и сплошные обзоры небесной сферы в радиодиапазоне.</p> <p>Критерии выбора оптимальной частоты или диапазона частот при поиске сигналов ВЦ. Выбор момента приема сигналов ВЦ. Конвергентная стратегия.</p> <p>Критерии искусственности космических радиосигналов. Поиск монохроматического и искусственного стохастического радиоизлучения. Исследования статистической структуры космических сигналов.</p>	-
2.5	Проблема обнаружения внесолнечных планет	<p>Методы обнаружения внесолнечных планет. Ограничения методов.</p> <p>Обзор открытий внесолнечных планет.</p> <p>Характеристики открытых планет.</p>	-
2.6	Проблема солнечной активности и ее влияния на наземные и космические системы	<p>Спорадическое радиоизлучение Солнца и его влияние на системы телекоммуникаций. Виды и механизмы спорадического радиоизлучения.</p> <p>Солнечный ветер и его влияние на магнитное поле Земли и состояние ионосферы. Механизм возникновения ионосферно-магнитных возмущений. Внезапные возмущения ионосферы и поглощение в полярных шапках. Влияние возмущений ионосферы на системы телекоммуникаций.</p>	-
3. Лабораторные занятия			

--	--	--	--

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/ п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практи- ческие	Лабора- торные	Самостоят. работа	Всего
1.	Понятие о радиофизике и радиофизических методах	1	1	-	4	6
2.	Проблемы и методы радиоспектроскопии	2	2	-	8	12
3.	Проблемы и методы радиоастрономии	2	2	-	8	12
4.	Радиофизика и проблема обнаружения гравитационных волн	2	2	-	8	12
5.	Радиофизические аспекты проблемы SETI	2	2		8	12
6.	Проблема обнаружения внесолнечных планет	1	1	-	4	6
7.	Проблема солнечной активности и ее влияния на наземные и космические системы	2	2		8	12
	Итого:	12	12	-	48	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Для обучающихся, кроме прослушивания лекционного курса, желательно последующее изучение методических материалов для самостоятельной работы, составленных для углубленного изучения данного курса. Рекомендуются дистанционные формы общения с преподавателем и самостоятельный поиск информации в сети Internet.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

1. Слока В.К., Конторов В.С. Радиофизика на рубеже веков // Радиотехника. 1990. №2. С.103-107.
2. Герштейн Г.М. Введение в специальность. Радиофизика. - Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1983.
3. Воронов В.К., Сагдеев Р.З. Основы магнитного резонанса. - Иркутск: ВСКИ, 1995.
4. Лундин А.Г., Федин Э.И. ЯМР – спектроскопия. - М: Наука, 1986.
5. Хауссер К.Х., Кальбитцер Х.Р. ЯМР в медицине и биологии. - Киев: Наукова думка, 1993.

6. Корнилов М.Ю. Кутров Г.П. Ядерный магнитный резонанс в химии. - Киев: Вища школа, 1985.
7. Вертц Дж., Болтон Дж. Теория и практические приложения метода ЭПР. - М.: Мир, 1975.
8. Ингрэм Д. Электронный парамагнитный резонанс в биологии. - М.: Мир, 1972.
9. Радунская И.Л. Радиоспектроскопия. - М.-Л.: Госэнергоиздат, 1958.
10. Уилсон Т.П., Рольфе К., Хюттемейстер С. Инструменты и методы радиоастрономии. – М.: Физматлит, 2013.
11. Каплан С.А. Элементарная радиоастрономия. - М: Наука, 1966.
12. Рудницкий Г.М. Конспект лекций по курсу “Радиоастрономия”. - Нижний Архыз, (Карачаево-Черкессия): Изд. CYGNUS, 2001 (<http://comet.sai.msu.ru/~gmr/course/index.htm>).
13. Христиансен У., Хегбом И. Радиотелескопы. - М.: Мир, 1988.
14. Цейтлин Н.М. Антенная техника и радиоастрономия. - М.: Сов.радио, 1976.
15. Руденко В.Н. Поиск гравитационных волн. – М.: Век-2, 2007.
16. Бичак И, Руденко В.Н. Гравитационные волны в ОТО и проблема их обнаружения. - М.: Изд-во МГУ, 1987.
17. Гришук Л.П. Гравитационно-волновая астрономия // Успехи физических наук. 1988. Т.156. N1.
18. Брагинский В.Б. Гравитационно-волновая астрономия. Новые методы измерения // Успехи физических наук. 2000. Т.170. N7.
19. Гришук Л.П. и др. Гравитационно-волновая астрономия: в ожидании первого зарегистрированного источника. // Успехи физических наук. 2001. Т.171. N 1.
20. Russian SETI (<http://Infm1.sai.msu.ru/SETI/koi/>).
21. Проблемы поиска жизни во Вселенной / Под ред. В.А. Амбарцумяна, Н.С. Кардашева, В.С.Троицкого. - М.: Наука, 1986.
22. Проблема поиска внеземных цивилизаций. - М.: Наука, 1981.
23. Проблема SETI (связь с внеземными цивилизациями). Под ред. С.А. Каплана. - М.: Мир, 1975.
24. Ксанфомалити Л.В. Внесолнечные планетные системы // Астрономический вестник. 2000. Т.34. N 6. С.529-544.
25. Ксанфомалити Л.В. Поиск внесолнечных планет с помощью спектрального метода лучевых скоростей и астрометрии // Астрономический вестник. 1999. Т.33. N 6. С.547-552.

б) дополнительная литература:

26. Лосев А.К. Введение в специальность. Радиотехника. - М.: Высшая школа, 1980.
27. Проблемы современной радиотехники и электроники / Под ред. В.А. Котельникова. - М.: Наука, 1987.
28. Дероум Э. Современные методы ЯМР для химических исследований. - М.: Мир, 1992.
29. Гюнтер Х. Введение в курс спектроскопии ЯМР. - М.: Мир, 1984.
30. Томпсон А.Р., Моран Д.М., Свенсон Д.У. Интерферометрия и синтез в радиоастрономии.– М.: Физматлит, 2003. – 624 с.
31. Яковлев О.И. Космическая радиофизика. - М.: Научная книга, 1999.
32. Руденко В.Н. Гравитационные волны из Космоса // Земля и Вселенная. 1981. N6.
33. SETI Institute (<http://www.seti-inst.edu/>).
34. Информационные бюллетени Научно-культурного центра (НКЦ) SETI, N1-16, 1992-2000 гг. (<http://Infm1.sai.msu.ru/SETI/koi/>).

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

1. Электронная библиотека Зональной научной библиотеки Воронежского госуниверситета: электронно-библиотечная система. - URL: <https://lib.vsu.ru/>.
2. Электронно-библиотечная система «Лань» - URL : <https://e.lanbook.com/>.
3. Электронно-библиотечная система «ЮПАЙТ» - URL : <https://urait.ru/>.
4. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека. - URL : <https://biblioclub.ru/>.

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы.

1. Воронов В.К., Сагдеев Р.З. Основы магнитного резонанса. - Иркутск: ВСКИ, 1995.
2. Уилсон Т.П., Рольфе К., Хюттемейстер С. Инструменты и методы радиоастрономии. – М.: Физматлит, 2013.
3. Руденко В.Н. Поиск гравитационных волн. – М.: Век-2, 2007.
4. Проблемы поиска жизни во Вселенной / Под ред. В.А. Амбарцумяна, Н.С. Кардашева, В.С.Троицкого. - М.: Наука, 1986.
5. Ксанфомалити Л.В. Внесолнечные планетные системы // Астрономический вестник. 2000. Т.34. N 6. С.529-544.

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

В процессе самостоятельной работы во внеаудиторное время рекомендуются дистанционные формы общения с преподавателем и самостоятельный поиск информации в сети Internet.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Ноутбук HP Pavilion Dv9000, проектор BenQ MP575. Экран на треноге.

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Понятие о радиофизике и радиофизических методах	ОПК-1 ОПК-2	ОПК-1.1 ОПК-2.1	Выборочный опрос в начале занятия для текущей аттестации
2.	Проблемы и методы радиоспектроскопии	ОПК-1 ОПК-3	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-3.2	Выборочный опрос в начале занятия для текущей аттестации
3.	Проблемы и методы радиоастрономии	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-3.2	Выборочный опрос в начале занятия для текущей аттестации

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
4.	Радиофизика и проблема обнаружения гравитационных волн	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1 ОПК-3.2	Выборочный опрос в начале занятия для текущей аттестации
5.	Радиофизические аспекты проблемы SETI	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3	ОПК-1.1 ОПК-2.1 ОПК-3.2	Выборочный опрос в начале занятия для текущей аттестации
6.	Проблема обнаружения внесолнечных планет	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3	ОПК-1.1 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-3.2	Выборочный опрос в начале занятия для текущей аттестации
7.	Проблема солнечной активности и ее влияния на наземные и космические системы телекоммуникаций	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-3.2	Выборочный опрос в начале занятия для текущей аттестации
Промежуточная аттестация форма контроля - зачет				Перечень вопросов к зачету

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости по дисциплине осуществляется в начале занятия путем *выборочного опроса* студентов по теме предыдущего занятия.

20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью *собеседования по списку вопросов*.

Перечень вопросов к зачету и порядок формирования КИМ

1. Определение и предмет радиофизики. Основные отрасли радиофизики.
2. Понятие о радиофизических методах. Активные и пассивные методы исследования физических сред и объектов. Отличия радиофизических и радиотехнических методов исследования.
3. Радиоспектроскопия как отрасль радиофизики. Предмет радиоспектроскопии. Методы радиоспектроскопии и их особенности по сравнению с методами оптической спектроскопии.
4. Лабораторная радиоспектроскопия газов (микроволновая спектроскопия). Колебательные и вращательные спектры молекул. Устройство радиоспектрометра газов.
5. Космическая радиоспектроскопия. Виды излучения и поглощения космических сред в спектральных радиолиниях. Основные открытия космической радиоспектроскопии.
6. Особенности радиоспектроскопии жидкостей и твердых тел. Сущность метода ядерного магнитного резонанса. Устройство спектрометра ядерного магнитного резонанса.

7. Радиоспектроскопия парамагнитных веществ. Сущность метода электронного парамагнитного резонанса. Устройство и особенности спектрометра электронного парамагнитного резонанса.
8. Радиоастрономия как отрасль радиофизики. Наблюдательная и радиолокационная астрономия. Специфика радиоастрономии по сравнению с оптической астрономией.
9. Механизмы излучения радиоволн в космических условиях
10. Источники космического радиоизлучения и их характеристики.
11. Методика радиоастрономических наблюдений и её особенности.
12. Радиоастрономические системы с заполненной апертурой.
13. Антенные решетки радиотелескопов.
14. Радиоинтерферометрические системы. Особенность радионаблюдений с помощью радиоинтерферометров.
15. Радиоастрономические системы с незаполненной апертурой.
16. Компаунд - интерферометры.
17. Системы апертурного синтеза. Радиоинтерферометры со сверхбольшими базами.
18. Понятие о гравитационных волнах. Характеристики гравитационных волн и их проявления.
19. Возможные источники гравитационных волн. Косвенные свидетельства наличия гравитационных волн.
20. Твердотельные резонансные детекторы гравитационных волн.
21. Гравитационные детекторы на свободных массах. Лазерно-интерферометрические детекторы.
22. Комбинированные лазерно-твердотельные гравитационные детекторы.
23. Доплеровские радиосистемы обнаружения гравитационных волн.
24. Ротационно-гетеродинные гравитационные антенны. Антенны с использованием резонаторов СВЧ.
25. Современные национальные и международные проекты по обнаружению гравитационных волн (LIGO, VIRGO, LISA и др).
26. Результаты обнаружения гравитационных волн.
27. Поиск радиосигналов как основной метод решения проблемы SETI.
28. Современная стратегия SETI. Выбор направления поиска, частоты радиоволн и времени наблюдения. Конвергентная стратегия.
29. Критерии искусственности космических радиосигналов. Поиск монохроматического и искусственного стохастического радиоизлучения. Исследования статистической структуры космических сигналов.
30. Обзор проектов поиска радиосигналов в проблеме SETI. Основные результаты поиска и современное состояние проблемы SETI.
31. Важность проблемы обнаружения внесолнечных (экзо) планет.
32. Методы обнаружения внесолнечных планет. Ограничения методов обнаружения.
33. Обзор открытий внесолнечных планет. Характеристики открытых планет.
34. Общее понятие о солнечной активности и ее проявления. Механизм возникновения солнечных вспышек.
35. Спорадическое радиоизлучение Солнца и его влияние на системы телекоммуникаций. Виды и механизмы спорадического радиоизлучения.

36. Солнечный ветер и его влияние на магнитное поле Земли и состояние ионосферы. Механизм возникновения ионосферно-магнитных возмущений.

37. Влияние ионосферно-магнитных возмущений на системы телекоммуникаций.

Примечание. Контрольно-измерительные материалы формируются из данного списка вопросов, по два вопроса на каждого экзаменуемого.

Описание технологии проведения.

В начале студент получает два вопроса из списка вопросов, выбираемых произвольно. После непродолжительной подготовки проводится собеседование с экзаменуемым по этим вопросам. Далее студенту предлагается ответить на несколько дополнительных вопросов.

Требования к выполнению, шкалы и критерии оценивания

Для оценивания результатов обучения на экзамене используются следующие показатели

- 1) знание учебного материала и владение понятийным аппаратом;
- 2) умение применять теоретические знания при решении практических задач.
- 3) умение иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными исследований.

Для оценивания результатов обучения на зачете используется 2-х балльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<p>Полный ответ на два произвольно выбранных вопроса из комплекта вопросов или незначительные погрешности в ответе, не указывающие на отсутствие общего понимания существа предмета.</p> <p>Обучающийся владеет понятийным аппаратом в данной области науки, теоретическими основами дисциплины, способен к решению типовых задач, дает правильные ответы на дополнительные вопросы, однако возможно допускает ошибки при отклонении вопроса от стандартного.</p>	Базовый уровень	Зачтено
<p>Отсутствие ответа (или ответ со значительными погрешностями) на один или оба произвольно выбранных вопроса из комплекта вопросов.</p> <p>Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания или отсутствие знаний по теме предмета, допускает грубые ошибки при ответах на простые вопросы, не умеет решать даже типовые задачи.</p>	–	Не зачтено

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Направление/специальность 03.04.03 Радиофизика
шифр и наименование специальности

Дисциплина Б1.О.07. Современные проблемы радиофизики
код и наименование дисциплины

Профили подготовки Компьютерные методы обработки радиофизической информации, Системы телекоммуникаций и радиоэлектронной борьбы, Микроэлектроника и полупроводниковые приборы,
в соответствии с Учебным планом

Форма обучения Очная

Учебный год 2023/2024

Ответственный исполнитель

Зав кафедрой радиофизики
должность, подразделение


подпись

(Ю.Э. Корчагин) 07.06. 2023 г.
расшифровка подписи

Исполнители
Доц. каф. радиофизики
должность, подразделение


подпись

(А.В. Захаров) 07.06. 2023 г.
расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО

Куратор ООП по направлению/специальности


подпись

(Ю.Э. Корчагин) 07.06. 2023 г.
расшифровка подписи

Начальник отдела обслуживания ЗНБ


подпись

(Н.В. Белодедова) 07.06. 2023 г.
расшифровка подписи

Программа рекомендована НМС физического факультета
(наименование факультета, структурного подразделения)

протокол № 5 от 25.05.2023 г.