

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

Случайные оптические поля

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.08.02 Случайные оптические поля 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 современные проблемы и новейшие достижения физики и радиофизики для решения задач анализа распространения случайных оптических полей Уметь использовать новейшие достижения физики и радиофизики для решения задач анализа распространения случайных оптических полей Владеть готовностью к использованию в своей научно-исследовательской деятельности знаний современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики для решения задач анализа распространения случайных оптических полей ПК-1.2: Знать современные проблемы и новейшие достижения физики и радиофизики для решения задач анализа распространения случайных оптических полей Уметь использовать новейшие достижения физики и радиофизики для решения задач анализа	Собеседование	Зачёт: Задачи Контрольные вопросы

		<p>распространения случайных оптических полей</p> <p>Владеть готовностью к использованию в своей научно-исследовательской деятельности знаний современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики для решения задач анализа распространения случайных оптических полей</p>		
<p>ПК-2: Способен выполнять 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>ПК-2.1: Анализирует современное состояние 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>ПК-2.1:</p> <p>Знать фундаментальные разделы физики и радиофизики, необходимые для решения задач анализа распространения случайных оптических полей</p> <p>Уметь использовать фундаментальные разделы физики и радиофизики при решении научно-исследовательских задач анализа распространения случайных оптических полей</p> <p>Владеть опытом использования фундаментальных разделов физики и радиофизики при решении научно-исследовательских задач анализа распространения случайных оптических полей</p> <p>ПК-2.2:</p> <p>Знать фундаментальные разделы физики и радиофизики, необходимые для решения задач анализа распространения случайных оптических полей</p> <p>Уметь использовать фундаментальные разделы физики и радиофизики при решении научно-исследовательских задач анализа распространения случайных оптических полей</p>	Собеседование	<p>Зачёт:</p> <p>Контрольные вопросы</p> <p>Задачи</p>

		<p>Владеть опытом использования фундаментальных разделов физики и радиофизики при решении научно-исследовательских задач анализа распространения случайных оптических полей</p> <p>ПК-2.3: Знать фундаментальные разделы физики и радиофизики, необходимые для решения задач анализа распространения случайных оптических полей Уметь использовать фундаментальные разделы физики и радиофизики при решении научно-исследовательских задач анализа распространения случайных оптических полей</p> <p>Владеть опытом использования фундаментальных разделов физики и радиофизики при решении научно-исследовательских задач анализа распространения случайных оптических полей</p> <p>ПК-2.4: Знать фундаментальные разделы физики и радиофизики, необходимые для решения задач анализа распространения случайных оптических полей Уметь использовать фундаментальные разделы физики и радиофизики при решении научно-исследовательских задач анализа распространения случайных оптических полей</p> <p>Владеть опытом использования</p>		
--	--	---	--	--

		фундаментальных разделов физики и радиофизики при решении научно-исследовательских задач анализа распространения случайных оптических полей		
--	--	---	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	3
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	0
- КСР	1
самостоятельная работа	75
Промежуточная аттестация	0 Зачёт

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	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Тема 1. Математический аппарат теории случайных полей	6	2		2	4
Тема 2. Оптика турбулентной атмосферы	12	4		4	8
Тема 3. . Методы анализа распространения оптических волн в случайных средах	64	16		16	48
Тема 4. Методы анализа случайных оптических полей	25	10		10	15
Аттестация	0				
КСР	1			1	

Итого	108	32	0	33	75
-------	-----	----	---	----	----

Содержание разделов и тем дисциплины

-

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.

Помимо ознакомления с рекомендованной литературой в процессе обучения самостоятельная работа обучающегося предполагает проработку контрольных вопросов.

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 - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ПК-1:

1. Основные понятия теории случайных полей. Методы описания статистически однородных и локально однородных случайных полей.
2. Микроструктура турбулентности атмосферы. Экспериментальные данные и гипотезы Колмогорова.
3. Оптические характеристики турбулентной атмосферы.
4. Метод малых возмущений (Борновское приближение). Условия применимости метода. Пример: вычисление средней интенсивности рассеянного поля.
5. Метод плавных возмущений (метод Рытова). Условия применимости метода. Пример: анализ флуктуаций уровня плоской волны в случайно-неоднородных средах.
6. Метод плавных возмущений (метод Рытова). Условия применимости метода. Пример: анализ флуктуаций фазы плоской волны в случайно-неоднородных средах.
7. Параболическое уравнение. Функция Грина, отвечающая параболическому уравнению. Пределы применимости метода.
8. Уравнения для статистических моментов поля. Приближение марковского случайного процесса.

9. Уравнение для среднего поля волны. Функция взаимной когерентности.

10. Оптические характеристики турбулентной атмосферы. Когерентные методы измерения параметров турбулентной атмосферы.

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

1. Метод геометрической оптики. Поперечная и продольная структурная функция флуктуаций фазы.

2. Метод геометрической оптики. Флуктуации угла прихода волны. Условия применимости метода.

3. Метод геометрической оптики. Флуктуации уровня в геометрооптическом приближении.

4. Приближение фазового экрана. Метод фазовых экранов. Построение численной модели фазового экрана. Пределы применимости метода.

5. Прохождение случайной волны через отверстие в экране. Случай малого (в масштабе корреляции неоднородностей) отверстия. Получение пространственно когерентных полей.

6. Прохождение случайной волны через отверстие в экране. Случай большого (в масштабе корреляции неоднородностей) отверстия.

7. Теорема Ван-Циттерта – Цернике.

Критерии оценивания (оценочное средство - Собеседование)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	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 ИЛИ 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» ИЛИ 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» ИЛИ 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» ИЛИ 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	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо» ИЛИ 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 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
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 - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-1

1. Для среды с гауссовой функцией корреляции флуктуаций диэлектрической проницаемости оценить предельно допустимое значение длины трассы L , при котором еще справедлив метод малых возмущений. Длина волны излучения $\lambda = 630$ нм, характерный масштаб неоднородностей принять равным внутреннему масштабу атмосферной турбулентности на высоте трассы над землей $h = 2$ м, $\langle \varepsilon_1^2 \rangle = 10^{-5}$.
2. Проверить условия применимости параболического уравнения в атмосфере Земли. Длина волны излучения $\lambda = 630$ нм, высота трассы над землей $h = 2$ м, длина трассы $L = 2.5$ км.
3. Полностью когерентный коллимированный пучок He-Ne лазера ($\lambda = 630$ нм, диаметр выходной апертуры коллиматора 50 мм) распространяется вдоль однородной трассы в турбулентной атмосфере на высоте 20 м. Оценить радиус пространственной когерентности на расстоянии 200 м от выходной апертуры.
4. Плоский слой среды моделируется системой эквидистантных одинаковых фазовых экранов. Фаза на экране меняется по закону $\Psi(y) = \Psi_0 \exp(-y^2/l^2)$, число узлов сетки разбиения экрана N . 1) Найти шаг разбиения Δy , необходимый для выполнения теоремы отсчетов. 2) Пусть на слой падает монохроматическая волна (λ известно). Найти расстояние между экранами Δx , при котором каждый следующий экран находится в зоне геометрической оптики характерных неоднородностей предыдущего экрана. 3) Какова при этом наибольшая допустимая толщина слоя?
5. Плоский слой среды моделируется системой эквидистантных одинаковых фазовых экранов. Фаза на экране меняется по закону $\Psi(y) = \Psi_0 \sin(ky)$, где $k = 2\pi/l$, число узлов сетки разбиения экрана N . 1) Найти шаг разбиения Δy , необходимый для выполнения теоремы отсчетов. 2) Пусть на слой падает

монохроматическая волна (λ известно). Найти расстояние между экранами Δx , при котором каждый следующий экран находится в зоне геометрической оптики характерных неоднородностей предыдущего экрана. 3) Какова при этом наибольшая допустимая толщина слоя?

6. Найти оптимальный радиус коллимированного гауссова пучка, если $\lambda = 630$ нм, длина трассы $L = 100$ м. Чему при этом равен радиус пространственной когерентности, если распространение происходит в турбулентной атмосфере вдоль однородной трассы на высоте 10 м над землей?

7. Найти эффективный радиус коллимированного полностью когерентного (на выходной апертуре) гауссова пучка в турбулентной атмосфере, если $\lambda = 630$ нм, диаметр выходной апертуры коллиматора 50 мм, высота трассы над землей 10 м, длина трассы 100 м.

8. Для среды с гауссовой функцией корреляции флуктуаций диэлектрической проницаемости оценить предельно допустимое значение длины трассы L , при котором еще справедлив метод малых возмущений. Источник излучения – He-Ne лазер, характерный масштаб неоднородностей принять равным внутреннему масштабу атмосферной турбулентности на высоте трассы над землей $h = 10$ км, $\langle \varepsilon_1^2 \rangle = 10^{-5}$.

9. Гауссов монохроматический пучок проходит слой турбулентной атмосферы, а затем фокусируется приемной линзой в плоскость наблюдения. Вывести формулу для расстояния за линзой, на котором средний размер освещенного пятна будет минимальным. При каком условии это расстояние совпадет с фокусным расстоянием приемной линзы? Фокусное расстояние приемной линзы, а также все необходимые параметры пучка считать известными.

10. Оценить в рамках метода плавных возмущений минимальное и максимальное значения среднего квадрата флуктуаций фазы волны. Для флуктуаций диэлектрической проницаемости принять гауссову модель корреляционной функции с дисперсией, характерной для турбулентной атмосферы. Источник излучения – He-Ne лазер, высота трассы над землей 10 м, длина трассы 100 м.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-2

1. Оценить в рамках метода плавных возмущений минимальное и максимальное значения среднего квадрата флуктуаций уровня волны. Для флуктуаций диэлектрической проницаемости принять гауссову модель корреляционной функции с дисперсией, характерной для турбулентной атмосферы. Источник излучения – He-Ne лазер, высота трассы над землей 10 м, длина трассы 100 м.

2. Оценить отношение средней интенсивности в центре гауссова пучка в турбулентной атмосфере к интенсивности в центре этого пучка на выходной апертуре. Источник излучения – He-Ne лазер, пучок коллимированный, полностью когерентный, диаметр выходной апертуры коллиматора 50 мм. Высота трассы над землей 10 м, длина трассы 100 м.

3. Найти отношение средней интенсивности в центре гауссова пучка в плоскости минимального изображения приемной линзы к интенсивности в центре этого пучка на выходной апертуре. Источник излучения – He-Ne лазер, фокусное расстояние приемной линзы 50 см, диаметр приемной линзы 50 мм. Высота трассы над землей 10 м, длина трассы 500 м. Считать волну, падающую на линзу, плоской.

4. Найти отношение средней интенсивности в центре гауссова пучка в плоскости минимального изображения приемной линзы к интенсивности в центре этого пучка на выходной апертуре. Источник излучения – He-Ne лазер, фокусное расстояние приемной линзы 50 см, диаметр приемной линзы 50 мм. Высота трассы над землей 10 м, длина трассы 200 м. Считать волну, падающую на линзу, сферической.

5. Некогерентный пучок света ($\lambda = 500 \text{ нм}$) формируется коллиматором, выходная щель которого имеет характерный размер 1 мм. Пренебрегая дифракцией на щели, оценить расстояние, на котором свет можно будет считать когерентным.
6. При определении структурной постоянной показателя преломления атмосферы когерентным методом использована приемная линза диаметром 10 см. При длине трассы 10 м отношение интенсивности в центре освещенного пятна в фокальной плоскости к интенсивности в максимуме идеальной картины равно 0,2. Найти по этим данным $(C_n)^2$. На каком расстоянии от центра освещенного пятна интенсивность убывает в e раз, если фокусное расстояние линзы 150 см?

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	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 ИЛИ 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» ИЛИ 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» ИЛИ 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» ИЛИ 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	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо» ИЛИ Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

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

- Основные понятия теории случайных полей. Методы описания статистически однородных и локально однородных случайных полей.
- Микроструктура турбулентности атмосферы. Экспериментальные данные и гипотезы Колмогорова.
- Оптические характеристики турбулентной атмосферы.
- Метод малых возмущений (Борновское приближение). Условия применимости метода. Пример: вычисление средней интенсивности рассеянного поля.
- Метод плавных возмущений (метод Рытова). Условия применимости метода. Пример: анализ флуктуаций уровня плоской волны в случайно-неоднородных средах.
- Метод плавных возмущений (метод Рытова). Условия применимости метода. Пример: анализ флуктуаций фазы плоской волны в случайно-неоднородных средах.

7. Параболическое уравнение. Функция Грина, отвечающая параболическому уравнению. Пределы применимости метода.
8. Уравнения для статистических моментов поля. Приближение марковского случайного процесса.
9. Уравнение для среднего поля волны. Функция взаимной когерентности.
10. Оптические характеристики турбулентной атмосферы. Когерентные методы измерения параметров турбулентной атмосферы.

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

1. Метод геометрической оптики. Поперечная и продольная структурная функция флуктуаций фазы.
2. Метод геометрической оптики. Флуктуации угла прихода волны. Условия применимости метода.
3. Метод геометрической оптики. Флуктуации уровня в геометрооптическом приближении.
4. Приближение фазового экрана. Метод фазовых экранов. Построение численной модели фазового экрана. Пределы применимости метода.
5. Прохождение случайной волны через отверстие в экране. Случай малого (в масштабе корреляции неоднородностей) отверстия. Получение пространственно когерентных полей.
6. Прохождение случайной волны через отверстие в экране. Случай большого (в масштабе корреляции неоднородностей) отверстия.
7. Теорема Ван-Циттерта - Цернике.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	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 ИЛИ 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» ИЛИ 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» ИЛИ 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» ИЛИ 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	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо» ИЛИ Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

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

Основная литература:

1. Рытов Сергей Михайлович. Введение в статистическую радиофизику : учеб. для вузов. Ч. 1. Случайные процессы. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М. : Наука, 1976. - 494 с. : рис. - 1.25., 125 экз.
2. Рытов Сергей Михайлович. Введение в статистическую радиофизику : [учеб. пособие для физ. специальностей вузов]. Ч. 2. Случайные поля / под общ. ред. С. М. Рытова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука, 1978. - 463 с. : ил. - 1.30., 137 экз.

Дополнительная литература:

1. Гурбатов Сергей Николаевич. Нелинейные случайные волны в средах без дисперсии. - М. : Наука, 1990. - 214, [1] с. : ил. - (Современные проблемы физики). - ISBN 5-02-014343-X : 3.00., 15 экз.
2. Исимару Акира. Распространение и рассеяние волн в случайно-неоднородных средах : [в 2 т.]. Т. 1. Однократное рассеяние и теория переноса / пер. с англ. Л. А. Апресяна. - М. : Мир, 1981. - 280 с. : ил. - 2.60., 4 экз.

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

<http://cyberleninka.ru>

<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library>

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 03.04.03 - Радиофизика.

Автор(ы): Грибова Евгения Зиновьевна, доктор физико-математических наук, доцент.

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

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

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