

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И.
Лобачевского»**

Радиофизический факультет

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДАЮ:

Декан _____

Матросов В.В.

« ____ » _____ 2021 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

**Рассеяние волн и дифракция
флуктуирующего излучения**

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

Аспирантура

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

03.06.01 «Физика и астрономия»

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Радиофизика

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)

**Исследователь. Преподаватель-
исследователь**

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

Очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижегород

2021 г.

1. Место дисциплины (модуля) в структуре основной образовательной программы (ООП)

Дисциплина «Рассеяние волн и дифракция флуктуирующего излучения» относится к числу профессиональных дисциплин, является дисциплиной выбора и изучается на 1 году обучения, во 2 семестре.

Освоение курса опирается на знания, умения, навыки и компетенции, сформированные на двух предшествующих уровнях образования. База для освоения данного курса: Теория вероятностей, Методы математической физики, Распространение электромагнитных волн, Статистическая радиофизика.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ООП (компетенциями выпускников)

Таблица 1

Планируемые результаты обучения по дисциплине

Код формируемой компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
<p>ПК-1 Способность самостоятельно ставить научные задачи и формулировать новые идеи в области теории распространения волн</p> <p>(базовый этап)</p>	<p><i>З1 Знать</i> классические и современные методы исследования и анализа свойств волн, распространяющихся в различных случайных средах</p> <p><i>З2 Знать</i> методы критического анализа и оценки современных научных достижений в теории волн, а также методы комбинирования различных подходов при решении исследовательских и практических задач в теории распространения волн в случайно-неоднородных средах различной природы</p> <p>Шифр З(ПК-1)-1</p> <p><i>У1 Уметь</i> выбирать и применять аналитические, аналитико-численные, экспериментальные методы исследования в соответствии с типом поставленной задачи</p> <p>Шифр У(ПК-1)-1</p> <p><i>У2 Уметь</i> самостоятельно формулировать новые научные задачи в области теории распространения волн в случайно-неоднородных средах и предполагаемые методы их решения исходя из тенденций развития науки в области теории волн и этапов профессионального роста</p> <p>Шифр У(ПК-1)-2</p> <p><i>У3 Уметь</i> при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся математической формализации исходя из наличных ресурсов и ограничений</p> <p>Шифр У(ПК-1)-3</p> <p><i>В1 Владеть</i> навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач в области теории волн в случайных средах</p> <p>Шифр В(ПК-1)-1</p> <p><i>В2 Владеть</i> навыками планирования профессиональной деятельности в сфере научных исследований</p> <p>Шифр В(ПК-1)-2</p> <p><i>В3 Владеть</i> навыками самостоятельной постановки, критического переосмысления и</p>

	<p>решения новых задач в области теории волн в случайных средах; навыками использования современных средств вычислительной техники для расчетов</p> <p>Шифр В(ПК-1)-3</p>
<p>ПК-2 Способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению новых научных результатов с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта</p> <p>(базовый этап)</p>	<p><i>З1 Знать</i> современное состояние теории распространения волн в случайно-неоднородных средах</p> <p>Шифр З(ПК-2)-1</p> <p><i>З2 Знать</i> современные подходы к описанию и моделированию различных явлений для волн, распространяющихся в случайных средах, и оценке полученных результатов</p> <p>Шифр З(ПК-2)-2</p> <p><i>З3 Знать</i> требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях</p> <p>Шифр З(ПК-2)-3</p> <p><i>У1 Уметь</i> представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях</p> <p>Шифр У(ПК-2)-1</p> <p><i>У2 Уметь</i> представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу</p> <p>Шифр У(ПК-2)-2</p> <p><i>В1 Владеть</i> навыками моделирования (в т.ч. компьютерного) различных явлений в области теории распространения волн в случайных средах и оценки полученных результатов</p> <p>Шифр В(ПК-2)-1</p> <p><i>В2 Владеть</i> современными информационными и коммуникационными технологиями сбора теоретических и эмпирических данных, их анализа и представления полученных результатов исследования</p> <p>Шифр В(ПК-2)-2</p> <p><i>В3 Владеть</i> методами планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по направленности Радиофизика</p> <p>Шифр В(ПК-2)-3</p>
<p>ПК-3 Способность к внедрению научных достижений и разработок в области радиофизики</p> <p>(базовый этап)</p>	<p><i>З1 Знать</i> нормативные документы для составления заявок, грантов, проектов НИР</p> <p>Шифр З(ПК-3)-1</p> <p><i>З2 Знать</i> требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях</p> <p>Шифр З(ПК-3)-2</p> <p><i>У1 Уметь</i> самостоятельно интерпретировать результаты научного исследования</p> <p>Шифр У(ПК-3)-1</p> <p><i>У2 Уметь</i> оценивать границы применимости полученных результатов научного исследования в области радиофизики и возможности их внедрения</p>

	<p>Шифр У(ПК-3)-2</p> <p><i>У3 Уметь</i> готовить заявки на получение научных грантов и заключения контрактов по НИР в области радиофизики</p>
	<p>Шифр У(ПК-3)-3</p> <p><i>У4 Уметь</i> представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу</p>
	<p>Шифр У(ПК-3)-4</p> <p><i>В1 Владеть</i> навыками составления и подачи конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по направленности Радиофизика</p>
	<p>Шифр В(ПК-3) -1</p> <p><i>В2 Владеть</i> навыками представления научных результатов исследования в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях и заявок на изобретения</p>
	<p>Шифр В(ПК-3)-2</p>

3. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, всего 72 часа, из которых 36 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (32 часа занятия лекционного типа, 4 часа мероприятия по аттестации), 36 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

Таблица 2

Структура дисциплины

Наименование раздела дисциплины	Всего, часов	В том числе					Самостоятельная работа обучающегося, часов
		Контактная работа, часов					
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Консультации	Всего	
I. Введение							
1. Случайные процессы	4	2	-	-	-	2	2
2. Случайные поля	2	1	-	-	-	1	1
3. Пространственно-временные случайные поля	2	1	-	-	-	1	1
II Однократное рассеяние волн							
4. Метод возмущений	8	4	-	-	-	4	4
5. Частотный спектр рассеянного поля.	4	2	-	-	-	2	2
6. Ряд по кратности рассеяния	4	2	-	-	-	2	2
III Исследование многократного малоуглового рассеяния в приближении геометрической оптики							
7. Уравнение эйконала. Фазовые характеристики.	4	2	-	-	-	2	2

8. Амплитудные характеристики.	4	2	-	-	-	2	2
9. Угловой спектр мощности волны.	4	2	-	-	-	2	2
10. Границы применимости метода геометрической оптики.	2	1	-	-	-	1	1
IV. Дифракционная теория многократного малоуглового рассеяния							
11. Метод плавных возмущений	12	6	-	-	-	6	6

V. Теория сильных флуктуаций амплитуды волны в среде с плавными неоднородностями

12. Параболическое уравнение	2	1	-	-	-	1	1
13. Локальный метод Чернова	4	2	-	-	-	2	2

VI. Дифракция флуктуирующего излучения

14. Дифракция плоской волны на безграничном хаотическом экране	4	2	-	-	-	2	2
15. Корреляционные свойства случайной волны, прошедшей через отверстие в экране	4	2	-	-	-	2	2
Аттестация по дисциплине - зачет	4	4	-	-	-	4	-
Итого	72	36	-	-	-	36	36

Таблица 3

Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Форма проведения занятия	Форма текущего контроля*
1	Случайные процессы	Функция распределения. Корреляционная теория. Статистически стационарные процессы и процессы со стационарными приращениями. Спектральные разложения.	Лекция	-
2	Случайные поля	Статистически однородные и изотропные случайные поля. Трехмерные и двумерные пространственные спектры.	Лекция	-
3	Пространственно-временные случайные поля	Пространственно-временное спектральное разложение. Случай «замороженной» турбулентности.	Лекция	-
4	Метод возмущений	Однократно рассеянное на ограниченном объеме случайно неоднородной среды	Лекция	-

		поле в волновой зоне. Средняя интенсивность рассеяния в зоне Фраунгофера по отношению к отдельным неоднородностям среды. Сечение рассеяния		
5	Частотный спектр рассеянного поля	Особенности рассеяния для различных моделей турбулентных сред.	Лекция	-
6	Ряд по кратности рассеяния	Коэффициент экстинкции. Затухание исходной волны. Условия применимости приближения однократного рассеяния.	Лекция	-
7	Уравнение эйконала. Фазовые характеристики.	Уравнения переноса для фазы и единичного вектора волновой нормали. Их решения методом возмущений при малых флуктуациях параметров среды. Корреляционные свойства флуктуаций фазы и угла прихода плоской волны.	Лекция	-
8	Амплитудные характеристики	Флуктуации уровня плоской волны. Примеры расчета для колмогоровской турбулентности.	Лекция	-
9	Угловой спектр мощности волны	Расчёт пространственного и углового спектра плоской волны при слабых и сильных флуктуациях фазы.	Лекция	-
10	Границы применимости метода геометрической оптики.	Условия применимости метода возмущений для решения уравнений геометрической оптики.	Лекция	-

11	Метод плавных возмущений	Расчет флуктуаций фазы и амплитуды плоской волны в приближении метода плавных возмущений. Связь с приближением геометрической оптики Корреляционные свойства фазы и уровня волны в турбулентной среде со степенным спектром неоднородностей.	Лекция	-
12	Параболическое уравнение	Обоснование условий применимости параболического уравнения для описания волновых полей в хаотических средах	Лекция	-
13	Локальный метод Чернова	Решение уравнения для среднего поля волны. Обзор других методов расчета при немалых флуктуациях амплитуды.	Лекция	-
14	Дифракция плоской волны на безграничном хаотическом экране	Дифракция плоской волны на безграничном хаотическом экране. Случаи мелкомасштабных и крупномасштабных неоднородностей поля за экраном. Фазовый хаотический экран. Слабые и сильные флуктуации фазы поля за экраном..	Лекция	-
15	Корреляционные свойства случайной волны, прошедшей через отверстие в экране	Случаи малого и большого отверстия. Теорема Ван-Циттерта-Цернике.	Лекция	-

4. Образовательные технологии

Образовательные технологии: лекции.

5. Формы организации и контроля самостоятельной работы обучающихся

Виды самостоятельной работы обучающихся: изучение рекомендованной литературы (в т.ч. журнальных статей).

6. Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине

6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования приведен в приложении 1.

6.2. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине. Описание шкал оценивания

Форма аттестации: зачет.

Процедура аттестации: собеседование, в ходе которого обучающийся дает развернутый ответ на вопрос по теме курса и представляет решение одной из задач из предложенного заранее списка задач.

Оценка «Не зачтено» ставится при отсутствии ответа на вопрос, грубых ошибках при ответе (непонимании сути вопроса), отсутствии решения задачи, неумении использовать указания преподавателя для получения решения, грубых ошибках в решении. В остальных случаях ставится оценка «Зачтено».

6.3. Примеры типовых контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценки результатов обучения, характеризующих сформированность компетенций.

Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету:

1. Однократно рассеянное на ограниченном объеме хаотической среды поле.
2. Средняя интенсивность рассеяния в зоне Фраунгофера.
3. Сечение однократного рассеяния.
4. Частотный спектр рассеянного поля.
5. Условия применимости приближения однократного рассеяния.
6. Дисперсия флуктуаций фазы волны в приближении геометрической оптики.
7. Дисперсия флуктуаций единичного вектора волновой нормали.
8. Спектральное представление дисперсии угла прихода волны (для степенного спектра турбулентности).
9. Структурная функция фазы.
10. Корреляционная функция фазы.
11. Дисперсия флуктуаций уровня волны.
12. Корреляционная функция уровня.
13. Угловой (пространственный) спектр мощности волны.
14. Условия применимости метода возмущений при решении уравнений геометрической оптики.
15. Комплексная фаза волны в первом приближении метода плавных возмущений (МПВ).
16. Дисперсия фазы волны в МПВ.

17. Дисперсия уровня волны в МПВ.
18. Корреляционная функция уровня волны в дифракционной зоне.
19. Среднее поле волны при сильных флуктуациях амплитуды.
20. Дифракция плоской волны на безграничном хаотическом экране с мелкими неоднородностями.
21. Дифракция плоской волны на безграничном хаотическом экране с крупными неоднородностями.
22. Модель фазового хаотического экрана.
23. Прохождение случайного поля через большое отверстие в непрозрачном экране.

Для оценки результатов обучения, характеризующих сформированность компетенции ПК-1, используются следующие вопросы из вышеприведенного списка: 22, 23.

Для оценки результатов обучения, характеризующих сформированность компетенции ПК-2, используются следующие вопросы из вышеприведенного списка: 1-4, 6-13, 15-23.

Для оценки результатов обучения, характеризующих сформированность компетенции ПК-3, используются следующие вопросы из вышеприведенного списка: 5, 14.

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

а) основная литература:

1. Чернов Л.А. Волны в случайно-неоднородных средах. М. Наука, 1975, 172 стр.
2. Рытов С.М., Кравцов Ю.А., Татарский В.И. Введение в статистическую радиофизику. Часть II. М. Наука, 1978, 464 стр.
3. Исимару И.А. Распространение и рассеяние волн в случайно-неоднородных средах. М. Мир, 1981, 598 стр.

б) дополнительная литература:

1. Гавриленко В.Г. Современные методы расчета спектральных и энергетических характеристик волн в турбулентных средах. (Учебное пособие), Н. Новгород, 1989, 106 стр.
2. Гавриленко В.Г., Джандиери Г.В. Рассеяние и излучение волн в хаотически нестационарных средах. Тбилиси-Батуми, 1999, 196 стр.
3. Электродинамика плазмы./Ахиезер А. И., Ахиезер И. А., Половин Р. В., Ситенко А. Г., Степанов К. Н. - М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1974. - 719 с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Электронно-библиотечные системы (электронная библиотека):

<http://e.lanbook.com/>; <http://www.biblioclub.ru>.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Для обучения дисциплине имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории, компьютерным оборудованием. Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие программе дисциплины.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия (уровень подготовки кадров высшей квалификации).

Автор _____ Гавриленко В.Г.

Рецензент _____

Заведующий кафедрой распространения
радиоволн и радиоастрономии _____ Гавриленко В.Г.

Программа рекомендована на заседании кафедры распространения радиоволн и радиоастрономии от _____ года, протокол № _____.

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета от _____ 2021 года, протокол № _____.

Карты компетенций, в формировании которых участвует дисциплина

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
Знать классические и современные методы исследования и анализа свойств волн, распространяющихся в различных случайных средах Шифр З(ПК-1)-1	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания методов исследования и анализа свойств волн, распространяющихся в различных случайных средах	Общие, но не структурированные знания методов исследования и анализа свойств волн, распространяющихся в различных случайных средах	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания методов исследования и анализа свойств волн, распространяющихся в различных случайных средах	Сформированные системные знания методов исследования и анализа свойств волн, распространяющихся в различных
Знать методы критического анализа и оценки современных научных достижений в теории волн, а также методы комбинирования различных подходов при решении исследовательских и практических задач в теории распространения волн в случайно-неоднородных средах различной природы Шифр З(ПК-1)-1	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений в теории волн, а также методы комбинирования различных подходов при решении исследовательских и практических задач в теории распространения волн в случайно-неоднородных средах различной природы	Общие, но не структурированные знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений в теории волн, а также методы комбинирования различных подходов при решении исследовательских и практических задач в теории распространения волн в случайно-неоднородных средах различной природы	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных методов критического анализа и оценки современных научных достижений в теории волн, а также методы комбинирования различных подходов при решении исследовательских и практических задач в теории распространения волн в случайно-неоднородных средах различной природы	Сформированные системные знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений в теории волн, а также методы комбинирования различных подходов при решении исследовательских и практических задач в теории распространения волн в случайно-неоднородных средах различной природы
Уметь выбирать и применять аналитические, аналитико-численные, экспериментальные методы исследования в соответствии с типом поставленной задачи Шифр У(ПК-1)-1	Отсутствие умений	Частично освоенное умение выбирать и применять аналитические, аналитико-численные, экспериментальные методы исследования в соответствии с типом поставленной задачи	В целом успешное, но не систематическое использование умения выбирать и применять аналитические, аналитико-численные, экспериментальные методы исследования в соответствии с типом поставленной задачи	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использование умения выбирать и применять аналитические, аналитико-численные, экспериментальные методы исследования в соответствии с типом поставленной задачи	Сформированное умение выбирать и применять аналитические, аналитико-численные, экспериментальные методы исследования в соответствии с типом поставленной задачи

<p>Уметь самостоятельно формулировать новые научные задачи в области теории распространения волн в случайно-неоднородных средах и предполагаемые методы их решения исходя из тенденций развития науки в области теории волн и этапов профессионального роста</p> <p>Шифр У(ПК-1)-2</p>	Отсутствие умений	Частично освоенное умение формулировать новые научные задачи в области теории распространения волн в случайно-неоднородных средах и предполагаемые методы их решения	В целом успешное, но не систематическое использование умения формулировать новые научные задачи в области теории распространения волн в случайно-неоднородных средах и предполагаемые методы их решения	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использование умения формулировать новые научные задачи в области теории распространения волн в случайно-неоднородных средах и предполагаемые методы их решения	Сформированное умение формулировать новые научные задачи в области теории распространения волн в случайно-неоднородных средах и предполагаемые методы их решения
<p>Уметь при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся математической формализации исходя из наличных ресурсов и ограничений</p> <p>Шифр У(ПК-1)-3</p>	Отсутствие умений	Частично освоенное умение генерировать новые идеи, поддающиеся математической формализации исходя из наличных ресурсов и ограничений	В целом успешное, но не систематическое использование умения генерировать новые идеи, поддающиеся математической формализации исходя из наличных ресурсов и ограничений	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использование умения генерировать новые идеи, поддающиеся математической формализации исходя из наличных ресурсов и ограничений	Сформированное умение генерировать новые идеи, поддающиеся математической формализации исходя из наличных ресурсов и ограничений
<p>Владеть навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач в области теории волн в случайных средах</p> <p>Шифр В(ПК-1)-1</p>	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение технологий критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач в области теории волн в случайных средах	В целом успешное, но не систематическое применение технологий критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач в области теории волн в случайных средах	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение технологий критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач в области теории волн в случайных средах	Успешное и систематическое применение технологий критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач в области теории волн в случайных средах
<p>Владеть навыками планирования профессиональной деятельности в сфере научных исследований</p> <p>Шифр В(ПК-1)-2</p>	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение технологий планирования профессиональной деятельности в сфере научных исследований	В целом успешное, но не систематическое применение технологий планирования профессиональной деятельности в сфере научных исследований	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение технологий планирования профессиональной деятельности в сфере научных исследований	Успешное и систематическое применение технологий планирования профессиональной деятельности в сфере научных исследований

<p>Владеть навыками самостоятельной постановки, критического переосмысления и решения новых задач в области теории волн в случайных средах; навыками использования современных средств вычислительной техники для расчетов</p> <p>Шифр В(ПК-1)-3</p>	Отсутствие навыков	Фрагментарное владение отдельными навыками анализа в области теории волн в случайных средах, отдельными навыками использования современных средств вычислительной техники для расчетов	В целом успешное, но не систематическое применение технологий анализа в области теории волн в случайных средах, отдельными навыками использования современных средств вычислительной техники для расчетов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение технологий анализа в области теории волн в случайных средах, отдельными навыками использования современных средств вычислительной техники для расчетов	Успешное и систематическое применение технологий анализа в области теории волн в случайных средах, отдельными навыками использования современных средств вычислительной техники для расчетов
<p>Знать современное состояние теории распространения волн в случайно-неоднородных средах</p> <p>Шифр З(ПК-2)-1</p>	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о современном состоянии теории распространения волн в случайно-неоднородных средах	Неполные представления о современном состоянии теории распространения волн в случайно-неоднородных средах	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, представления о современном состоянии теории распространения волн в случайно-неоднородных средах	Сформированные систематические представления о современном состоянии теории распространения волн в случайно-неоднородных средах
<p>Знать современные подходы к описанию и моделированию различных явлений для волн, распространяющихся в случайных средах, и оценке полученных результатов</p> <p>Шифр З(ПК-2)-2</p>	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о современных подходах к описанию и моделированию различных явлений для волн, распространяющихся в случайных средах, и оценке полученных результатов	Неполные представления о современных подходах к описанию и моделированию различных явлений для волн, распространяющихся в случайных средах, и оценке полученных результатов	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, представления о современных подходах к описанию и моделированию различных явлений для волн, распространяющихся в случайных средах, и оценке полученных результатов	Сформированные систематические представления о современных подходах к описанию и моделированию различных явлений для волн, распространяющихся в случайных средах, и оценке полученных результатов
<p>Знать требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях</p> <p>Шифр З(ПК-2)-3</p>	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о требованиях к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях	Неполные представления о требованиях к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, представления о требованиях к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях	Сформированные систематические представления о требованиях к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях
<p>Уметь представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде публикаций в рецензируемых научных</p>	Отсутствие умений	Фрагментарное использование методов подготовки научных результатов к	В целом успешное, но не систематическое использование методов подготовки	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использование методов	Сформированное умение использовать методов подготовки научных

изданиях Шифр У(ПК-2)-1		публикации в рецензируемых научных изданиях	научных результатов к публикации в рецензируемых научных изданиях	подготовки научных результатов к публикации в рецензируемых научных изданиях	результатов к публикации в рецензируемых научных изданиях
Уметь представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу Шифр У(ПК-2)-2	Отсутствие умений	Умение представлять результаты НИР узкому кругу специалистов	В целом успешное, умение представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому сообществу	Успешное умение представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу	Сформированное умение представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу; определять целевые группы и форматы продвижения результатов собственной научной деятельности
Владеть навыками моделирования (в т.ч. компьютерного) различных явлений в области теории распространения волн в случайных средах и оценки полученных результатов Шифр В(ПК-2)-1	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков моделирования (в т.ч. компьютерного) различных явлений в области теории распространения волн в случайных средах и оценки полученных результатов	В целом успешное, но не систематическое применение навыков моделирования (в т.ч. компьютерного) различных явлений в области теории распространения волн в случайных средах и оценки полученных результатов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков моделирования (в т.ч. компьютерного) различных явлений в области теории распространения волн в случайных средах и оценки полученных результатов	Успешное и систематическое применение навыков моделирования (в т.ч. компьютерного) различных явлений в области теории распространения волн в случайных средах и оценки полученных результатов
Владеть современными информационными и коммуникационными технологиями сбора теоретических и эмпирических данных, их анализа и представления полученных результатов исследования Шифр В(ПК-2)-2	Отсутствие навыков сбора и анализа данных	Фрагментарное применение современных информационных и коммуникационных технологий сбора теоретических и эмпирических данных, их анализа и представления полученных результатов исследования	В целом успешное, но не систематическое применение современных информационных и коммуникационных технологий сбора теоретических и эмпирических данных, их анализа и представления полученных результатов исследования	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение современных информационных и коммуникационных технологий сбора теоретических и эмпирических данных, их анализа и представления полученных результатов исследования	Успешное и систематическое применение современных информационных и коммуникационных технологий сбора теоретических и эмпирических данных, их анализа и представления полученных результатов исследования
Владеть методами планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по направленности Радиофизика	Отсутствие навыков планирования и проведения НИР	Фрагментарное применение методов планирования, подготовки и проведения НИР, анализа и обсуждения полученных	В целом успешное, но не систематическое применение методов планирования, подготовки, проведения НИР, анализа	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение методов планирования, подготовки, проведения НИР,	Успешное и систематическое применение методов планирования, подготовки и проведения НИР и анализа и обсуждения

Шифр В(ПК-2)-3		данных	полученных данных	анализа полученных данных, формулировка выводов по результатам НИР	полученных результатов; формулировка выводов и рекомендаций по результатам НИР
Знать нормативные документы для составления заявок, грантов, проектов НИР Шифр З(ПК-3)-1	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о нормативных документах для составления заявок, грантов, проектов НИР	Неполные представления о нормативных документах для составления заявок, грантов, проектов НИР	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания нормативных документов для составления заявок, грантов, проектов НИР	Сформированные систематические знания нормативных документов для составления заявок, грантов, проектов НИР
Знать требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях Шифр З(ПК-3)-2	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о требованиях к содержанию правил оформления рукописей публикации рецензируемых научных изданиях	Общие представления о требованиях к содержанию и правилах оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о требованиях к содержанию и правилах оформления рукописей, наличие однократного опыта публикаций в рецензируемых научных изданиях	Сформированные представления о требованиях к содержанию и правилах оформления рукописей, наличие неоднократного опыта публикаций в рецензируемых научных изданиях
Уметь самостоятельно интерпретировать результаты научного исследования Шифр У(ПК-3)-1	Отсутствие умений	Фрагментарное использование умения самостоятельно интерпретировать результаты научного исследования	В целом успешное, но не систематическое использование умения самостоятельно интерпретировать результаты научного исследования	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использование умения самостоятельно интерпретировать результаты научного исследования	Сформированное умение самостоятельно интерпретировать результаты научного исследования
Уметь оценивать границы применимости полученных результатов научного исследования в области радиофизики и возможности их внедрения Шифр У(ПК-3)-2	Отсутствие умений	Фрагментарное использование умения оценивать границы применимости полученных результатов научного исследования в области радиофизики и возможности их внедрения	В целом успешное, но не систематическое использование умения оценивать границы применимости полученных результатов научного исследования в области радиофизики и возможности их внедрения	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использование умения оценивать границы применимости полученных результатов научного исследования в области радиофизики и возможности их внедрения	Сформированное умение оценивать границы применимости полученных результатов научного исследования в области радиофизики и возможности их внедрения
Уметь готовить заявки на получение научных грантов и заключения контрактов по НИР в области радиофизики Шифр У(ПК-3)-3	Отсутствие умений	Умение готовить отдельные материалы для заявки на получение научных грантов по поручению научного руководителя	В целом успешное, но не систематическое использование умения готовить заявки на получение научных грантов и заключения контрактов по НИР	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение готовить предложения по тематике и плану реализации исследовательских проектов, обосновывать предложения с точки зрения реалистичности	Сформированное умение готовить предложения по тематике и плану реализации исследовательских проектов; обосновывать предложения с точки зрения реалистичности

				согласно установленным требованиям	сроков, трудозатрат и ресурсной обеспеченности; оформлять проект согласно установленным требованиям
Уметь представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу Шифр У(ПК-3)-4	Отсутствие умений	Умение представлять результаты НИР узкому кругу специалистов	В целом успешное, умение представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому сообществу	Успешное умение представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу	Сформированное умение представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу; определять целевые группы и форматы продвижения результатов собственной научной деятельности
Владеть навыками составления и подачи конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по направленности Радиофизика Шифр В(ПК-3) -1	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков составления и подачи конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по направленности Радиофизика	В целом успешное, но не систематическое применение навыков составления и подачи конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по направленности Радиофизика	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков составления и подачи конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по направленности Радиофизика	Успешное и систематическое применение навыков составления и подачи конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по направленности Радиофизика
Владеть навыками представления научных результатов исследования в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях и заявок на изобретения Шифр В(ПК-3)-2	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков представления научных результатов исследования в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях и заявок на изобретения	В целом успешное, но не систематическое применение навыков представления научных результатов исследования в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях и заявок на изобретения	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков представления научных результатов исследования в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях и заявок на изобретения	Сформированное владение навыками представления научных результатов исследования в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях и заявок на изобретения