

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)

Цифровые каналы связи

(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)

Нижний Новгород

2021 г.

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

Дисциплина «Цифровые каналы связи» относится к числу профессиональных дисциплин, является дисциплиной выбора и изучается на 2 году обучения, в 3 семестре.

Освоение курса опирается на знания, умения, навыки и компетенции, сформированные на двух предшествующих уровнях образования. Для освоения курса студент должен иметь базовые знания в области математики, физики, радиотехники, теории вероятностей. Курс базируется на знаниях и умениях, приобретённых при изучении дисциплин «Радиоэлектроника», «Теория вероятностей и математическая статистика», «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
<i>ПК-1</i> Способность самостоятельно ставить научные задачи и формулировать новые идеи в области радиофизики (базовый этап)	<i>З(ПК-1)-1</i> Знать методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях; <i>У(ПК-1)-1</i> Уметь определять наиболее актуальные направления исследований; <i>У(ПК-1)-3</i> Уметь при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений;
<i>ПК-2</i> Способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению новых научных результатов с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта (базовый этап)	<i>З(ПК-2)-1</i> Знать современное состояние науки в области радиофизики. Знать характеристики и математические способы описания аналоговых и цифровых информационных сигналов, основные этапы преобразования сигнала в типичной системе цифровой связи, виды модуляции сигналов, способы их модуляции и демодуляции, методы удаления избыточности из сигналов, основы оптимального приёма сигналов, основные компромиссы в системах цифровой связи, методы борьбы с многолучевым распространением сигналов, основные типы архитектур приёмопередатчиков цифровых систем связи. <i>З(ПК-2)-2</i> Знать современные подходы к моделированию различных явлений в области радиофизики и оценке полученных результатов. Знать основные современные методы исследования и диагностики цифровых систем связи и алгоритмов обработки сигналов в них. <i>У(ПК-2)-2</i> Уметь представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу.

	<p>Уметь грамотно на научном языке излагать изученный материал, описывать методы и способы обработки сигналов в цифровых системах связи.</p> <p><i>В(ПК-2)-2</i> Владеть современными информационными и коммуникационными технологиями сбора теоретических и эмпирических данных, их анализа и представления полученных результатов исследования.</p> <p>Владеть специальными терминами из предметной области изучаемой дисциплины.</p> <p><i>В(ПК-2)-1</i> навыками моделирования различных явлений в области радиофизики и оценки полученных результатов.</p> <p>Владеть основными методиками расчётов базовых характеристик систем связи.</p>
<p><i>ПК-3</i></p> <p>Способность к внедрению научных достижений и разработок в области радиофизики</p> <p>(базовый этап)</p>	<p><i>3(ПК-3)-2</i> Знать требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях;</p> <p><i>У(ПК-3)-1</i> Уметь самостоятельно интерпретировать результаты научного исследования;</p> <p><i>У(ПК-3)-2</i> Уметь оценивать границы применимости полученных результатов научного исследования в области радиофизики и возможности их внедрения;</p> <p><i>У(ПК-3)-4</i> Уметь представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу.</p>

3. Структура и содержание дисциплины

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

Таблица 2

Структура дисциплины

Наименование раздела дисциплины	Всего, часов	В том числе	
		Контактная работа, часов	Самостоятельная

		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Консультации	Всего	работа обучающегося, часов
1. Сигналы в радиотехнических системах	4	2	-	-	-	2	2
2. Цифровые системы связи	4	2	-	-	-	2	2
3. Кодирование источника	8	4	-	-	-	4	4
4. Модуляция и передача сигнала в основной полосе частот	4	2	-	-	-	2	2
5. Полосовая модуляция	4	2	-	-	-	2	2
6. Полосовая демодуляция и оптимальный приём сигналов	18	8	-	-	-	8	10
7. Методы расширения спектра и множественный доступ	8	4	-	-	-	4	4
8. Многолучевое распространение радиосигналов	10	4	-	-	-	4	6
9. Архитектура цифровых приёмопередатчиков	8	4	-	-	-	4	4
Аттестация по дисциплине - зачёт	4	2	-	-	2	4	-
Итого	72	34	-	-	2	36	36

Таблица 3

Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Форма проведения занятия	Форма текущего контроля*
1	Сигналы в радиотехнических системах	Виды информационных сигналов в радиотехнических системах, их характеристики и математические способы описания.	лекции	-
2	Цифровые системы связи	Виды и общая структура цифровых систем связи. Краткое описание этапов преобразования данных и сигналов в цифровом канале.	лекции	-
3	Кодирование источника	Дискретизация и квантование аналогового информационного сигнала. Избыточность аналогового сигнала и методы её устранения.	лекции	-
4	Модуляция и передача сигнала в основной полосе	Форматы цифровых сигналов. Ограничение сигнала по полосе частот. Межсимвольная интерференция. Фильтры Найквиста.	лекции	-

	частот	Искажение частотных характеристик сигнала средой передачи. Процедура выравнивания.		
5	Полосовая модуляция	Виды и типы цифровой модуляции. Ширина спектра сигналов с полосовой модуляцией. Структурные схемы модуляторов.	лекции	-
6	Полосовая демодуляция и оптимальный приём сигналов	Области решений. Когерентная и некогерентная демодуляция. Понятие об оптимальном приёме. Корреляционный приёмник. Критерий принятия решений в двоичном корреляционном приёмнике. Вероятность ошибок при передаче сигнала по каналу с гауссовым шумом. Системные компромиссы.	лекции	контрольная работа
7	Методы расширения спектра и множественный доступ	Сигналы с расширенным спектром. Расширение спектра методом прямой последовательности. Множественный доступ с кодовым разделением. Случайные последовательности и их свойства. Расширение спектра с помощью скачкообразной перестройки рабочей частоты. Множественный доступ с частотным разделением.	лекции	-
8	Многолучевое распространение радиосигналов	Многолучевой радиоканал. Замирания сигнала. Виды и числовые характеристики рассеяния мощности принимаемого сигнала. Классификация искажений сигналов, вызванных многолучевым распространением. Методы борьбы с замираниями.	лекции	-
9	Архитектура цифровых приёмопередатчиков	Супергетеродинные приёмники. Смеситель с подавлением зеркального канала. Приёмник с прямым преобразованием частоты. Приёмник с низкой промежуточной частотой. Приёмник с цифровой промежуточной частотой. Приёмник с субдискретизацией.	лекции	-

4. Образовательные технологии

В учебном процессе предусмотрено использование компьютерных симуляций и демонстраций с использованием цифрового проектора, а также демонстраций с использованием современного контрольно-измерительного оборудования.

5. Формы организации и контроля самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся по данной дисциплине заключается в самостоятельном изучении материала, закрепляющего и дополняющего полученные в рамках лекционных занятий знания. Самостоятельная работа ведётся с использованием литературных источников, перечисленных в п. 7 программы. Задания для самостоятельной работы выдаются обучающимся по окончании изучения каждой темы. Контроль самостоятельной работы проводится во время аттестации (зачёта), а также при проведении текущего контроля в виде контрольной работы.

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 по дисциплине – зачёт. Шкала оценивания имеет два значения: зачёт, незачёт. Процедура оценивания при аттестации включает в себя письменные ответы на вопросы с дальнейшим собеседованием. Оценивание результатов обучения в виде умений и владений происходит при текущем контроле по результатам контрольной работы, а также во время зачёта.

Критерии оценок

Зачтено	Обучающийся после подготовки с использованием конспекта лекций может последовательно изложить ответ на контрольный вопрос, знает основные понятия и определения из материала дисциплины.
Не зачтено	Обучающийся после подготовки с использованием конспекта лекций не может последовательно изложить ответ на контрольный вопрос, либо не знает основные понятия и определения из материала дисциплины.

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

Вопросы для контроля и оценки результатов обучения, характеризующих сформированность профессиональной компетенции (части компетенции) ПК-2:

1. Структура типичной цифровой системы связи, отражающая основные этапы обработки информации и сигналов.
2. Дискретизация и равномерное квантование. Ограничение на частоту дискретизации.
3. Шум квантования. Отношение сигнал/шум при квантовании. Импульсно-кодовая модуляция.
4. Неравномерное квантование. Компандирование. Стандартные характеристики сжатия. Отношение сигнал/(шум квантования) для μ -закона сжатия.
5. Дифференциальная импульсно-кодовая модуляция. Структура и описание работы ДИКМ-модулятора и демодулятора.
6. Вычисление оптимальных коэффициентов предсказания ДИКМ-модулятора. Выигрыш от предсказания.
7. Дельта-модуляция. Структура и описание работы дельта-модулятора и демодулятора. Шум перегрузки по крутизне и шум квантования при дельта-модуляции.
8. Основные формы физического представления цифровых сигналов в основной полосе частот.
9. Фильтры Найквиста. АЧХ и импульсные характеристики фильтров Найквиста. Ширина полосы системы с фильтром Найквиста.
10. Виды и типы модуляции. Сигнальные созвездия.
11. Структуры модуляторов.
12. Оптимальный корреляционный приём сигналов в канале с АБГШ.
13. Двоичный корреляционный приёмник.
14. Когерентный приём сигналов с амплитудно-фазовой манипуляцией. Преимущества и недостатки когерентного приёмника.
15. Когерентный приём сигналов с частотной манипуляцией. Преимущества и недостатки когерентного приёмника.
16. Некогерентный приём сигналов с частотной манипуляцией. Преимущества и недостатки некогерентного приёмника.
17. Некогерентный приём сигналов с дифференциальной двоичной фазовой манипуляцией. Преимущества и недостатки некогерентного приёмника.
18. Критерий принятия решений в двоичном когерентном приёмнике.
19. Вероятность битовой ошибки в двоичном когерентном приёмнике на фоне АБГШ.
20. Теорема Шеннона. Предел Шеннона.
21. Системные компромиссы. Плоскость «спектральная эффективность – отношение сигнал/шум».
22. Расширение спектра методом прямой последовательности. Помехоустойчивость системы DSSS. Множественный доступ с кодовым разделением.
23. Случайные последовательности и их свойства. Последовательности Баркера. М-последовательности, их свойства и способ генерации.
24. Расширение спектра с помощью скачкообразной перестройки рабочей частоты. Множественный доступ с частотным разделением.
25. Многолучевой радиоканал. Мелкомасштабные и крупномасштабные замирания. Модели импульсной характеристики многолучевого радиоканала. Профиль временного рассеяния.
26. Числовые характеристики многолучевых радиоканалов.
27. Искажения сигналов, вызванные многолучевым распространением.

28. Методы борьбы с замираниями.
29. Смеситель с подавлением зеркального канала.
30. Супергетеродинные приёмники.
31. Приёмник с прямым преобразованием.
32. Приёмник с низкой промежуточной частотой.
33. Широкополосный приёмник с двойным преобразованием частоты.
34. Приёмник с субдискретизацией.
35. Приёмник с цифровой промежуточной частотой.

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

а) основная литература:

1. Цифровые каналы передачи данных [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Сост. Ивлев Д.Н. – Нижегородский госуниверситет, 2013. – Режим доступа: http://www.unn.ru/books/met_files/DTDC_lectures.pdf, свободный.
2. И.С. Гоноровский. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для вузов. - М.: “Дрофа”, 2006.
3. К. Феер. Беспроводная цифровая связь. Методы модуляции и расширения спектра.: Пер. с англ. /Под ред. В.И.Журавлева. - М.: “Радио и связь”, 2000.
4. Томаси У. Электронные системы связи. - М.: Техносфера, 2007.

б) дополнительная литература:

1. Орлов И.Я., Односвцов В.А., Ивлев Д.Н., Лупов С.Ю. Основы радиоэлектроники [Электронный ресурс] : учебное пособие. – Нижегородский госуниверситет, 2011. – Режим доступа: http://www.unn.ru/books/met_files/fund_radio_el.pdf, свободный.

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 применяется следующее оборудование:

- ноутбук;
- цифровой проектор;

- проекционный экран;
- цифровой генератор сигналов;
- цифровой осциллограф.

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

Автор _____ к.ф.-м.н., доцент каф. радиотехники Д.Н. Ивлев

Рецензент _____ А.В. Кудрин

Заведующий кафедрой радиотехники _____ Е.С. Фитасов

Программа рекомендована на заседании кафедры радиотехники 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
ПК-1 Способность самостоятельно ставить научные задачи и формулировать новые идеи в области радиофизики					
3(ПК-1)-1 Знать методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Неполные знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Сформированные систематические знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
У(ПК-1)-1 Уметь определять наиболее актуальные направления исследований	Отсутствие умений	Фрагментарное использование умения определять наиболее актуальные направления исследований	В целом, успешное, но не систематическое использование умения определять наиболее актуальные направления исследований	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение определять наиболее актуальные направления исследований	Сформированное умение определять наиболее актуальные направления исследований
У(ПК-1)-3 Уметь при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений	Отсутствие умений	Фрагментарное использование умения при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации и исходя из наличных ресурсов и ограничений	В целом, успешное, но не систематическое использование умения при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации и исходя из наличных ресурсов и ограничений	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации и исходя из наличных ресурсов и ограничений	Сформированное умение при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации и исходя из наличных ресурсов и ограничений

ПК-2 Способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению новых научных результатов с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта					
3(ПК-2)-1 Знать современное состояние науки в области радиофизики. Знать характеристики и математические способы описания аналоговых и цифровых информационных сигналов, основные этапы преобразования сигнала в типичной системе цифровой связи, виды модуляции сигналов, способы их модуляции и демодуляции, методы удаления избыточности из сигналов, основы оптимального приёма сигналов, основные компромиссы в системах цифровой связи, методы борьбы с многолучевым распространением сигналов, основные типы архитектур приёмопередатчиков цифровых систем связи.	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания характеристик и математических способов описания аналоговых и цифровых информационных сигналов, основных этапов преобразования сигнала в типичной системе цифровой связи, видов модуляции сигналов, способов их модуляции и демодуляции, методов удаления избыточности из сигналов, основ оптимального приёма сигналов, основных компромиссов в системах цифровой связи, методов борьбы с многолучевым распространением сигналов, основных типов архитектур приёмопередатчиков цифровых систем связи	Неполные знания характеристик и математических способов описания аналоговых и цифровых информационных сигналов, основных этапов преобразования сигнала в типичной системе цифровой связи, видов модуляции сигналов, способов их модуляции и демодуляции, методов удаления избыточности из сигналов, основ оптимального приёма сигналов, основных компромиссов в системах цифровой связи, методов борьбы с многолучевым распространением сигналов, основных типов архитектур приёмопередатчиков цифровых систем связи	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания характеристик и математических способов описания аналоговых и цифровых информационных сигналов, основных этапов преобразования сигнала в типичной системе цифровой связи, видов модуляции сигналов, способов их модуляции и демодуляции, методов удаления избыточности из сигналов, основ оптимального приёма сигналов, основных компромиссов в системах цифровой связи, методов борьбы с многолучевым распространением сигналов, основных типов архитектур приёмопередатчиков цифровых систем связи	Сформированные систематические знания характеристик и математических способов описания аналоговых и цифровых информационных сигналов, основных этапов преобразования сигнала в типичной системе цифровой связи, видов модуляции сигналов, способов их модуляции и демодуляции, методов удаления избыточности из сигналов, основ оптимального приёма сигналов, основных компромиссов в системах цифровой связи, методов борьбы с многолучевым распространением сигналов, основных типов архитектур приёмопередатчиков цифровых систем связи
3(ПК-2)-2 Знать современные подходы к моделированию различных явлений в области радиофизики и оценке полученных результатов. Знать основные современные методы исследования и диагностики цифровых систем связи и алгоритмов обработки сигналов в них.	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания современных методов исследования и диагностики цифровых систем связи и алгоритмов обработки сигналов в них	Неполные знания современных методов исследования и диагностики цифровых систем связи и алгоритмов обработки сигналов в них	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания современных методов исследования и диагностики цифровых систем связи и алгоритмов обработки сигналов в них	Сформированные систематические знания современных методов исследования и диагностики цифровых систем связи и алгоритмов обработки сигналов в них
У(ПК-2)-2 Уметь представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу.	Отсутствие умений	Фрагментарное использование умения грамотно на научном языке излагать	В целом, успешное, но не систематическое использование умения грамотно	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение грамотно на	Сформированное умение грамотно на научном языке излагать изученный

Уметь грамотно на научном языке излагать изученный материал, описывать методы и способы обработки сигналов в цифровых системах связи.		изученный материал, описывать методы и способы обработки сигналов в цифровых системах связи (менее 50 % устного ответа на контрольный вопрос при собеседовании во время зачёта изложено грамотно на научном языке)	на научном языке излагать изученный материал, описывать методы и способы обработки сигналов в цифровых системах связи (примерно 50 % устного ответа на контрольный вопрос при собеседовании во время зачёта изложено грамотно на научном языке)	научном языке излагать изученный материал, описывать методы и способы обработки сигналов в цифровых системах связи (более 50 %, но менее 100% устного ответа на контрольный вопрос при собеседовании во время зачёта изложено грамотно на научном языке)	материал, описывать методы и способы обработки сигналов в цифровых системах связи (100 % устного ответа на контрольный вопрос при собеседовании во время зачёта изложено грамотно на научном языке)
В(ПК-2)-2 Владеть современными информационными и коммуникационными технологиями сбора теоретических и эмпирических данных, их анализа и представления полученных результатов исследования. Владеть специальными терминами из предметной области изучаемой дисциплины.	Не владеет специальными терминами из предметной области изучаемой дисциплины	Фрагментарное владение специальными терминами из предметной области изучаемой дисциплины (правильно использовано менее 50 % специальных терминов из необходимого количества при ответе на контрольный вопрос во время зачёта)	В целом, успешное, но не систематическое владение специальными терминами из предметной области изучаемой дисциплины (правильно использовано примерно 50 % специальных терминов из необходимого количества при ответе на контрольный вопрос во время зачёта)	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение специальными терминами из предметной области изучаемой дисциплины (правильно использовано более 50 %, но менее 100% специальных терминов из необходимого количества при ответе на контрольный вопрос во время зачёта)	Успешное и систематическое применение специальных терминов из предметной области изучаемой дисциплины (правильно использовано 100 % специальных терминов из необходимого количества при ответе на контрольный вопрос во время зачёта)
В(ПК-2)-1 Владеть навыками моделирования различных явлений в области радиофизики и оценки полученных результатов. Владеть основными методиками расчётов базовых характеристик систем связи.	Не владеет основными методиками расчётов базовых характеристик систем связи	Фрагментарное владение основными методиками расчётов базовых характеристик систем связи	В целом, успешное, но не систематическое владение основными методиками расчётов базовых характеристик систем связи	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение основными методиками расчётов базовых характеристик систем связи	Сформированное владение основными методиками расчётов базовых характеристик систем связи
ПК-3 Способность к внедрению научных достижений и разработок в области радиофизики					
З(ПК-3)-2 Знать требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания требований к содержанию и правил	Неполные знания требований к содержанию и правил	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания требований к содержанию и

изданиях		оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях	оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях	требований к содержанию и правил оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях	правил оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях
У(ПК-3)-1 Уметь самостоятельно интерпретировать результаты научного исследования	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 умение самостоятельно интерпретировать результаты научного исследования	Сформированное умение самостоятельно интерпретировать результаты научного исследования
У(ПК-3)-2 Уметь оценивать границы применимости полученных результатов научного исследования в области радиофизики и возможности их внедрения	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 умение 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
У(ПК-3)-4 Уметь представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу.	Отсутствие умений	Фрагментарное использование умения представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу.	В целом, успешное, но не систематическое использование умения представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы 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.