

**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)

**Взаимодействие электромагнитного
излучения с биологическими системами и
живыми организмами**

(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 «Взаимодействие электромагнитного излучения с биологическими системами и живыми организмами» относится к числу профессиональных дисциплин, является дисциплиной выбора и изучается на 2 году обучения, в течение 3 семестра.

Освоение курса опирается на знания, умения, навыки и компетенции, сформированные на двух предшествующих уровнях образования в рамках таких дисциплин, как общая физика, электродинамика, термодинамика, гидродинамика, квантовая механика, квантовая электродинамика а также на владение математическим аппаратом, необходимым для понимания описания явлений взаимодействия излучения со средой в электродинамике, гидродинамике, химии и других областях науки.

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-3</i> Способность к внедрению научных достижений и разработок в области радиофизики (базовый этап)	<i>З (ПК-3)-2</i> Знать требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях; <i>У(ПК-3)-1</i> Уметь самостоятельно интерпретировать результаты научного исследования; <i>У(ПК-3)-2</i> Уметь оценивать границы применимости полученных результатов научного исследования в области радиофизики и возможности их внедрения; <i>У(ПК-3)-4</i> Уметь представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу.
<i>ПК-2</i> Способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению новых научных результатов с использованием современного оборудования и	<i>З(ПК-2)-1</i> Знать современное состояние науки в области радиофизики. <i>З(ПК-2)-2</i> Современные подходы к моделированию различных явлений в области радиофизики и оценке полученных результатов. Знать совокупность основных физических принципов, закономерностей и методов исследования, составляющих фундамент современной физики, а также современных методы, используемые в исследованиях явлений взаимодействия излучения со средой, в том числе с биологическими средами. <i>У(ПК-2)-2</i> Уметь представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу. Уметь самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области радиофизики, применять основные уравнения (законы) электродинамики и оптики и использовать

<p>новейшего отечественного и зарубежного опыта</p> <p>(базовый этап)</p>	<p>соответствующий апробированный математический аппарат для решения конкретных физических задач.</p> <p><i>B(ПК-2)-1</i> Владеть навыками моделирования различных явлений в области радиофизики и оценки полученных результатов.</p> <p>Владеть основами современного математического аппарата, описывающего множество явлений взаимодействия излучения со средой в электродинамике, гидродинамике, химии и других областях науки.</p>
<p><i>ПК-1</i></p> <p>Способность самостоятельно ставить научные задачи и формулировать новые идеи в области радиофизики</p> <p>(базовый этап)</p>	<p><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.</p> <p>Знать физическую природу оптических свойств различных биологических сред, находящихся под воздействием электромагнитного излучения, а также основные принципы и законы взаимодействия волн разных частот в таких средах.</p> <p><i>У(ПК-1)-2</i> Уметь самостоятельно формулировать новые научные задачи в области радиофизики и предполагаемые методы их решения, исходя из тенденций развития науки в области радиофизики и этапов профессионального роста.</p> <p>Уметь самостоятельно ставить научные задачи и формулировать новые идеи в области радиофизики в области радиофизики.</p> <p><i>B(ПК-1)-1</i> Владеть навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.</p> <p>Владеть основами современного математического аппарата, описывающего множество явлений взаимодействия излучения со средой.</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	
		Контактная работа, часов	Самостоятельная

		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Консультации	Всего	работа обучающегося, часов
1. Особенности и основные гипотезы о механизмах биологического действия электромагнитного излучения крайне высокочастотного (КВЧ) диапазона.	8	4	-	-	-	4	4
2. Проблемы и методы дозиметрии электромагнитного излучения крайне высокочастотного КВЧ диапазона.	8	4	-	-	-	4	4
3. Влияние электромагнитного излучения крайне высокочастотного КВЧ диапазона на компоненты клетки.	8	4	-	-	-	4	4
4. Воздействие непрерывного электромагнитного излучения крайне высокочастотного КВЧ диапазона на изолированные клетки и клеточные суспензии.	8	4	-	-	-	4	4
5. Воздействие непрерывного электромагнитного излучения крайне высокочастотного КВЧ диапазона на многоклеточные организмы.	8	4	-	-	-	4	4
6. Биологические эффекты модулированных электромагнитных излучений.	8	4	-	-	-	4	4
7. Влияние электромагнитного излучения крайне высокочастотного КВЧ диапазона на иммунную систему и системная регуляция гомеостаза.	6	2	-	-	-	2	4
8. Особенности терапевтического действия электромагнитного излучения крайне высокочастотного КВЧ диапазона.	4	2	-	-	-	2	2

9. Иммуномодулирующие эффекты электромагнитного излучения крайне высокочастотного КВЧ диапазона в норме и при патологии.	4	2	-	-	-	2	2
10. Возможные механизмы действия электромагнитного излучения крайне высокочастотного КВЧ диапазона на организм млекопитающих.	6	2	-	-	-	2	4
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	Особенности и основные гипотезы о механизмах биологического действия электромагнитного излучения крайне высокочастотного (КВЧ) диапазона.	Анализ особенностей и основных гипотез о механизмах биологического действия ЭМИ КВЧ на биологические объекты различного уровня организации, от молекулярно-клеточного до уровня целого организма животных и человека.	Лекция	-
2	Проблемы и методы дозиметрии электромагнитного излучения крайне высокочастотного КВЧ диапазона.	Анализ проблем дозиметрии в диапазоне КВЧ и основных дозиметрических методов и подходов	Лекция	-
3	Влияние электромагнитного излучения крайне высокочастотного КВЧ диапазона на компоненты клетки.	Рассматриваются компоненты биологической клетки и эффекты, появляющиеся при воздействии высокочастотного КВЧ диапазона на компоненты клетки	Лекция	-
4	Воздействие непрерывного электромагнитного	Рассматриваются эффекты, появляющиеся при	Лекция	-

	излучения крайне высокочастотного КВЧ диапазона на изолированные клетки и клеточные суспензии.	воздействии непрерывного электромагнитного излучения крайне высокочастотного КВЧ диапазона на изолированные клетки и совокупность клеток - клеточные суспензии		
5	Воздействие непрерывного электромагнитного излучения крайне высокочастотного КВЧ диапазона на многоклеточные организмы.	Рассматриваются эффекты, появляющиеся при воздействии непрерывного электромагнитного излучения крайне высокочастотного КВЧ диапазона на многоклеточные организмы	Лекция	-
6	Биологические эффекты модулированных электромагнитных излучений.	Рассматриваются эффекты, появляющиеся при воздействии модулированного электромагнитного излучения крайне высокочастотного КВЧ диапазона на биологические молекулы, клетки, совокупность клеток и т.д.	Лекция	-
7	Влияние электромагнитного излучения крайне высокочастотного КВЧ диапазона на иммунную систему и системная регуляция гомеостаза.	Рассматриваются эффекты электромагнитного излучения крайне высокочастотного КВЧ диапазона на иммунную систему и системная регуляция гомеостаза	Лекция	-
8	Особенности терапевтического действия электромагнитного излучения крайне высокочастотного КВЧ диапазона.	Рассматриваются примеры терапевтического действия электромагнитного излучения крайне высокочастотного КВЧ диапазона, в частности, при лечении раневых процессов кожи человека	Лекция	-
9	Иммуномодулирующие эффекты электромагнитного излучения крайне	Рассматриваются иммуномодулирующие, эффекты электромагнитного	Лекция	-

	высокочастотного КВЧ диапазона в норме и при патологии.	излучения крайне высокочастотного КВЧ диапазона в норме и при патологии, в том числе, иммуностимулирующие эффекты.		
10	Возможные механизмы действия электромагнитного излучения крайне высокочастотного КВЧ диапазона на организм млекопитающих.	Рассматриваются механизмы действия электромагнитного излучения крайне высокочастотного КВЧ диапазона на организм млекопитающих.	Лекция	-

4. Образовательные технологии

В учебном процессе используется традиционная форма подготовки – чтение лекций, а также, в соответствии с требованиями ФГОС по направлению подготовки, предусмотрены встречи с представителями ведущих институтов Нижнего Новгорода, занимающимися проблемами взаимодействия электромагнитного излучения с биологическими системами и живыми организмами.

5. Формы организации и контроля самостоятельной работы обучающихся

Изучение рекомендованной литературы, доступ к которой может быть осуществлен через Фундаментальную библиотеку ННГУ им. Н.И.Лобачевского, использование ресурсов сети Интернет.

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

Для проведения итогового контроля используется традиционная форма аттестации (зачет) в виде собеседования со шкалой оценивания - «зачет-незачет». Результаты обучения оцениваются в виде знаний с использованием технологии индивидуального собеседования, включающего вопросы, для ответа на которые необходимо понимание изученного материала, применение математического аппарата, для оценивания результатов обучения в виде умений и владений.

Критерий оценивания «зачет»:

Обучающийся при ответе на вопрос демонстрирует владение материалом, знание физических принципов, физической природы и законов взаимодействия излучения различных частотных диапазонов с разными средами, умение применять основные уравнения (законы) электродинамики и оптики и использовать соответствующий апробированный математический аппарат для решения конкретных физических задач.

Критерий оценивания «незачет»:

Обучающийся при ответе на вопрос не владеет материалом, не может применить основные уравнения (законы) электродинамики и оптики и использовать соответствующий математический аппарат для решения конкретных физических задач.

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

Вопросы к зачету:

1. Особенности и основные гипотезы о механизмах биологического действия электромагнитного излучения крайне высокочастотного (КВЧ) диапазона на биологические объекты различного уровня организации, от молекулярно-клеточного до уровня целого организма животных и человека.
2. Проблемы и методы дозиметрии электромагнитного излучения крайне высокочастотного (КВЧ) диапазона.
3. Влияние электромагнитного излучения крайне высокочастотного (КВЧ) диапазона на компоненты клетки.
4. Воздействие непрерывного электромагнитного излучения крайне высокочастотного (КВЧ) диапазона на изолированные клетки и клеточные суспензии.
5. Воздействие непрерывного электромагнитного излучения крайне высокочастотного (КВЧ) диапазона на многоклеточные организмы.
6. Биологические эффекты модулированных электромагнитных излучений.
7. Влияние электромагнитного излучения крайне высокочастотного (КВЧ) диапазона на иммунную систему и системная регуляция гомеостаза.
8. Особенности терапевтического действия электромагнитного излучения крайне высокочастотного (КВЧ) диапазона.
Рассматриваются примеры терапевтического действия электромагнитного излучения крайне высокочастотного (КВЧ) диапазона, в частности, при лечении раневых процессов кожи человека.
9. Иммуномодулирующие эффекты электромагнитного излучения крайне высокочастотного (КВЧ) диапазона в норме и при патологии.
10. Возможные механизмы действия электромагнитного излучения крайне высокочастотного (КВЧ) диапазона на организм млекопитающих.

Для оценки результатов обучения, характеризующих сформированность компетенции УК-1, используются следующие вопросы из вышеприведенного списка: 1, 2.

Для оценки результатов обучения, характеризующих сформированность компетенции ПК-2, используются следующие вопросы из вышеприведенного списка: 3-9.

Для оценки результатов обучения, характеризующих сформированность компетенции ПК-1, используются следующие вопросы из вышеприведенного списка: 8, 10.

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

а) основная литература:

1. Бецкий О. В.; Гуляев Ю. В.; Кирикова Н. Н.; Табиев А. Х. Миллиметровые волны и фотосинтезирующие организмы// М. Радиотехника, 2003, 175 с.

2. Полякова А.Г. Механизмы влияния низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высокочастотного и терагерцового диапазонов на процессы репаративной регенерации

соединительной ткани // Успехи современного естествознания №4, 2013 с.32-36.

<http://www.rae.ru/use/pdf/2013/4/6.pdf>

3. А.Г. Полякова. Влияние низкоинтенсивных электромагнитных излучений микроволнового диапазона на фундаментальные аспекты жизнедеятельности организма в процессе медицинской реабилитации // МЕДИЦИНСКИЙ АЛЬМАНАХ № 1 (36) март 2015 с.138-140.

<http://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-nizkointensivnyh-elektromagnitnyh-izlucheniya-mikrovolnovogo-diapazona-na-fundamentalnye-aspekty-zhiznedejatelnosti>

б) дополнительная литература:

1. Рытик А.П., Усанов Д.А., Гребенников В.А., Бондаренко А.В. Влияние терагерцового электромагнитного излучения на частоте поглощения молекулярного кислорода на автоколебательную реакцию Бриггса-Раушера // Бюллетень медицинских Интернет-конференций (ISSN 2224-6150) 2012. Том 2. № 6 С.410-413.
<http://medconfer.com/files/archive/2012-06/2012-06-2076-A-1559.pdf>

2. Перельмутер В.М., Ча В.А., Чупринова Е.М. Медико-биологические аспекты взаимодействия электромагнитных волн с организмом// Учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 128 с.

https://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=8&cad=rja&uact=8&ved=0CEkQFjAHahUKEwjstXhjb_IAhVG3SwKHWy1D3w&url=http%3A%2F%2Fportal.tpu.ru%2Fshared%2Fv%2FVCHA%2FTab%2Fglava-2.doc&usq=AFQjCNH29PDhC8y7pRwb1WXMYTEUhVcjVw&bvm=bv.104819420,d.bGg;

https://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=8&cad=rja&uact=8&ved=0CEkQFjAHahUKEwjstXhjb_IAhVG3SwKHWy1D3w&url=http%3A%2F%2Fportal.tpu.ru%2Fshared%2Fv%2FVCHA%2FTab%2Fglava-1.doc&usq=AFQjCNH29PDhC8y7pRwb1WXMYTEUhVcjVw&bvm=bv.104819420,d.bGg.

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 _____ В.Л. Вакс, к.ф.-м.н., доцент кафедры радиотехники

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-3 Способность к внедрению научных достижений и разработок в области радиофизики					
З(ПК-3)-2 Знать требования к содержанию и правилам оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания требований к содержанию и правил оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях	Общие, но не структурированные знания требований к содержанию и правил оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания требований к содержанию и правил оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях	Сформированные систематические знания требований к содержанию и правил оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях
У(ПК-3)-1 Уметь самостоятельно интерпретировать результаты научного исследования	Отсутствие умений	Частично освоенное умение самостоятельно интерпретировать результаты научного исследования	В целом успешно, но не систематически осуществляемые умения самостоятельно интерпретировать результаты научного исследования	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения 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	Частично освоенное умение оценивать границы применимости полученных результатов научного исследования в области радиофизики и возможности их внедрения	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение 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	Отсутствие умений	Частично освоенное умение представлять результаты НИР (в т.ч.,	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение представлять	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение представлять	Сформированное умение представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной

работы) академическому и бизнес-сообществу		диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу	результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу	результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу	работы) академическому и бизнес-сообществу
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.	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о современном состоянии науки в области радиофизики	Неполные представления о современном состоянии науки в области радиофизики	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, представления о современном состоянии науки в области радиофизики	Сформированные систематические представления о современном состоянии науки в области радиофизики
3(ПК-2)-2 Современные подходы к моделированию различных явлений в области радиофизики и оценке полученных результатов. Знать совокупность основных физических принципов, закономерностей и методов исследования, составляющих фундамент современной физики, а также современных методы, используемые в исследованиях явлений взаимодействия излучения со средой, в том числе с биологическими средами.	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о современных подходах к моделированию различных явлений в области радиофизики и оценке полученных результатов	В целом успешные, но несистемные представления о современных подходах к моделированию различных явлений в области радиофизики и оценке полученных результатов	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы, представления о современных подходах к моделированию различных явлений в области радиофизики и оценке полученных результатов	Сформированные систематические представления о современных подходах к моделированию различных явлений в области радиофизики и оценке полученных результатов
У(ПК-2)-2 Уметь представлять результаты НИР (в т.ч.,	Отсутствие умений	Умение представлять результаты НИР узкому кругу специалистов	В целом успешное, умение представлять результаты НИР (в т.ч.,	Успешное умение представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной	Сформированное умение представлять результаты НИР (в т.ч.,

<p>диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу.</p> <p>Уметь самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области радиофизики, применять основные уравнения (законы) электродинамики и оптики и использовать соответствующий апробированный математический аппарат для решения конкретных физических задач.</p>			диссертационной работы) академическому сообществу	работы) академическому и бизнес-сообществу	диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу; определять целевые группы и форматы продвижения результатов собственной научной деятельности
<p><i>В(ПК-2)-1</i> Владеть навыками моделирования различных явлений в области радиофизики и оценки полученных результатов.</p> <p>Владеть основами современного математического аппарата, описывающего множество явлений взаимодействия излучения со средой в электродинамике, гидродинамике, химии и других областях науки.</p>	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков моделирования различных явлений в области радиофизики и оценки полученных результатов	В целом успешное, но не систематическое применение навыков моделирования различных явлений в области радиофизики и оценки полученных результатов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков моделирования различных явлений в области радиофизики и оценки полученных результатов	Успешное и систематическое применение навыков моделирования различных явлений в области радиофизики и оценки полученных результатов
<p><i>ПК-1</i> Способность самостоятельно ставить научные задачи и формулировать новые идеи в области радиофизики</p>					

<p>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.</p> <p>Знать физическую природу оптических свойств различных биологических сред, находящихся под воздействием электромагнитного излучения, а также основные принципы и законы взаимодействия волн разных частот в таких средах.</p>	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач	Общие, но не структурированные знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных	Сформированные системные знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных
<p>У(ПК-1)-2 Уметь самостоятельно формулировать новые научные задачи в области радиофизики и предполагаемые методы их решения, исходя из тенденций развития науки в области радиофизики и этапов профессионального роста.</p> <p>Уметь самостоятельно ставить научные задачи и формулировать новые идеи в</p>	Не умеет и не готов формулировать новые научные задачи в области радиофизики и предполагаемые методы их решения, исходя из тенденций развития науки и этапов профессионального роста	Имея базовые представления о тенденциях развития науки в области радиофизики и этапах профессионального роста, не способен сформулировать новые научные задачи в области радиофизики и предполагаемые методы их решения	При формулировке новых научных задач в области радиофизики не учитывает тенденции развития науки в области радиофизики и индивидуально-личностные особенности	Формулирует новые научные задачи в области радиофизики, исходя из тенденций развития науки в области радиофизики и индивидуально-личностных особенностей, но не полностью учитывает возможные этапы профессиональной деятельности	Готов и умеет формулировать новые научные задачи в области радиофизики и предполагаемые методы их решения, исходя из тенденций развития науки в области радиофизики, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей

области радиофизики в области радиофизики.					
<p><i>В(ПК-1)-1</i> Владеть навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.</p> <p>Владеть основами современного математического аппарата, описывающего множество явлений взаимодействия излучения со средой.</p>	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение технологий критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач	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 целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение технологий критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач	Успешное и систематическое применение технологий критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач