

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)

**Физика высокочастотных и оптических
разрядов**

(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 «Физика высокочастотных и оптических разрядов» относится к числу профессиональных дисциплин, является дисциплиной выбора и изучается на 3 году обучения, в пятом семестре.

Освоение курса опирается на знания, умения, навыки и компетенции, сформированные на двух предшествующих уровнях образования в результате освоения дисциплины «Электродинамика» базовой части профессионального цикла бакалавриата по тому же направлению подготовки.

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 (завершающий 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)-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; <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	<i>З(ПК-2)-1</i> Знать современное состояние науки в области радиофизики; <i>З(ПК-2)-2</i> Знать современные подходы к моделированию различных явлений в области радиофизики и оценке полученных результатов; <i>У(ПК-2)-2</i> Уметь представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу; <i>В(ПК-2)-1</i> Владеть навыками моделирования различных явлений в области радиофизики и оценки полученных результатов.

зарубежного опыта (завершающий этап)	
ПК-3 Способность к внедрению научных достижений и разработок в области радиофизики (завершающий этап)	3(ПК-3)-2 Знать требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях; У(ПК-3)-1 Уметь самостоятельно интерпретировать результаты научного исследования; У(ПК-3)-2 Уметь 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.

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	
1. Введение. Объемные элементарные процессы	3	1	-	-	-	1	2
2. Процессы переноса в газоразрядной плазме	4	2	-	-	-	2	2
3. Уравнения баланса частиц и энергии	4	2	-	-	-	2	2
4. Пробой газа в статических, высокочастотных и оптических полях	6	3	-	-	-	3	3
5. Электродинамика разряда в волновых электромагнитных пучках	10	5	-	-	-	5	5

6. Основные типы ионизационно-полевых неустойчивостей разряда	12	6	-	-	-	6	6
7. Механизмы преобразования спектров электромагнитного излучения при пробое	10	5	-	-	-	5	5
8. Использование оптических разрядов для генерации электромагнитного излучения в труднодоступных частотных диапазонах	10	4	-	-	-	4	6
9. Численные методы моделирования плазменно-полевых структур в высокочастотных и оптических разрядах на высокопроизводительных вычислительных системах	9	4	-	-	-	4	5
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	Введение. Объемные элементарные процессы	Объемные элементарные процессы, определяющие кинетику ионизации в газовом разряде (электронный удар, сечения ионизации, диссоциативное и трехчастичное прилипание, электрон-ионная рекомбинация, разрушение отрицательных ионов).	Лекции	-
2	Процессы переноса в газоразрядной плазме	Свободная и амбиполярная диффузия; термодиффузия; теплопроводность, проводимость.	Лекции	-
3	Уравнения баланса частиц и энергии	Уравнения баланса частиц и энергии в газовом разряде; их стационарные и простейшие динамические решения. Процессы нагрева электронной компоненты в разряде.	Лекции	-
4	Пробой газа в статических, высокочастотных и оптических полях	Пороги пробоя, зависимость скорости лавинообразного процесса от давления газа, частоты и амплитуды электрического поля. Влияние плазмы разряда на величину и структуру поля.	Лекции	-

		Основные механизмы насыщения лавины при пробое. Многофотонная и туннельная ионизация.		
5	Электродинамика разряда в волновых электромагнитных пучках	Роль процессов рефракции и поглощения волны. Волна пробоя в волновом пучке. Предельные значения электронной концентрации. Разряд вблизи одиночного электрода.	Лекции	-
6	Основные типы ионизационно-полевых неустойчивостей разряда	Вынужденное ионизационное рассеяние. Мелкомасштабная плазменно-резонансная неустойчивость. Ионизационно-полевая неустойчивость пространственно-ограниченного разряда. Ионизационно-перегревная неустойчивость в поле электромагнитной волны.	Лекции	-
7	Механизмы преобразования спектров электромагнитного излучения при пробое	Частотно-модовая конверсия электромагнитных волн в процессе пробоя. Резонансное и ударное возбуждение плазменных колебаний и их излучение.	Лекции	-
8	Использование оптических разрядов для генерации электромагнитного излучения в труднодоступных частотных диапазонах	Генерация терагерцового излучения при оптическом пробое газа: схемы с внешними статическими полями и схемы самоиндуцированной генерации ионизирующими полями. Генерация вакуумного ультрафиолетового и мягкого рентгеновского излучения при оптическом пробое газа.	Лекции	-
9	Численные методы моделирования плазменно-полевых структур в высокочастотных и оптических разрядах на высокопроизводительных вычислительных системах	Методы решения нестационарного уравнения Шредингера для описания процессов ионизации в интенсивных электромагнитных полях. Псевдоспектральный метод, быстрое преобразование Фурье, дискретное преобразование Ханкеля. Методы решения системы уравнений Максвелла-Шредингера на многопроцессорных вычислительных системах. Модели пониженной размерности. Алгоритмы распараллеливания.	Лекции	-

4. Образовательные технологии

Еженедельно текст каждой прочитанной лекции вместе с соответствующими контрольными вопросами из списка пункта 5 предлагаются студентам для стимулирования самостоятельной внеаудиторной работы, формирования компетенций ПК-1 (Способность самостоятельно ставить научные задачи и формулировать новые идеи в области радиофизики) и ПК-2 (Способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению новых научных результатов с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта).

5. Формы организации и контроля самостоятельной работы обучающихся

Порядок выполнения и контроля самостоятельной работы обучающегося:

1. Еженедельный контроль посещаемости аудиторных занятий.

2. Как оценочный способ контроля самостоятельной работы студентов и одновременно разновидность интерактивного обучения используется форма групповой консультации по отдельным разделам дисциплины в виде семинаров по современным проблемам радиофизики, проводимым на кафедре факультативно.

Типовые контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и аттестации по итогам освоения дисциплины:

1. Уравнение баланса частиц в разряде.
2. Уравнение баланса энергии в разряде.
3. Вероятности многофотонной и туннельной ионизации.
4. Величина пробойного поля при заданных параметрах газа и разрядного промежутка.
5. Инкремент плазменно-резонансной неустойчивости однородного разряда.
6. Ионизационно-полевая неустойчивость пространственно-ограниченного разряда.
7. Ионизационно-перегревная неустойчивость.
8. Дисперсионное уравнение для волн в плазменном слое.
9. Резонансное и ударное возбуждение плазменных колебаний.
10. Механизмы генерации терагерцового излучения при оптическом пробое газа.
11. Механизмы генерации вакуумного ультрафиолетового и мягкого рентгеновского излучения при оптическом пробое газа.
12. Псевдоспектральный метод численного решения нестационарного уравнения Шредингера.
13. Быстрое преобразование Фурье.
14. Дискретное преобразование Ханкеля.
15. Квантовомеханические модели пониженной размерности.
16. Алгоритмы распараллеливания при численном решении системы уравнений Максвелла-Шредингера на многопроцессорных вычислительных системах.

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 приведено в приложении 1.

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

Предусмотрена процедура аттестации обучающихся в форме зачета в конце семестра. Шкала оценивания имеет два значения: зачет, незачет. Для оценивания результатов обучения в виде знаний, умений и владений процедура аттестации включает в себя: тестирование на основе программы курса и контрольных вопросов (п.6.3) и практические контрольные задания с дальнейшим собеседованием. Проведение итогового контроля сформированности компетенции происходит при текущем контроле самостоятельной работы обучающегося, а также во время устного ответа в ходе зачета.

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.

1. Уравнение баланса частиц в разряде.
2. Уравнение баланса энергии в разряде.
3. Вероятности многофотонной и туннельной ионизации.
4. Величина пробойного поля при заданных параметрах газа и разрядного промежутка.
5. Инкремент плазменно-резонансной неустойчивости однородного разряда.
6. Ионизационно-полевая неустойчивость пространственно-ограниченного разряда.
7. Ионизационно-перегревная неустойчивость.
8. Дисперсионное уравнение для волн в плазменном слое.
9. Резонансное и ударное возбуждение плазменных колебаний.
10. Механизмы генерации терагерцового излучения при оптическом пробое газа.
11. Механизмы генерации вакуумного ультрафиолетового и мягкого рентгеновского излучения при оптическом пробое газа.
12. Псевдоспектральный метод численного решения нестационарного уравнения Шредингера.
13. Быстрое преобразование Фурье.
14. Дискретное преобразование Ханкеля.
15. Квантовомеханические модели пониженной размерности.

16. Алгоритмы распараллеливания при численном решении системы уравнений Максвелла-Шредингера на многопроцессорных вычислительных системах.

Для оценки результатов обучения, характеризующих сформированность компетенции ПК-1, используются следующие вопросы из вышеприведенного списка: 10-15.

Для оценки результатов обучения, характеризующих сформированность компетенции ПК-2, используются следующие вопросы из вышеприведенного списка: 1-9.

Для оценки результатов обучения, характеризующих сформированность компетенции ПК-3, используются следующие вопросы из вышеприведенного списка: 10-12, 16.

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

а) основная литература:

1. Райзер Ю. П. - Физика газового разряда. - Долгопрудный: Интеллект, 2009. - 736 с.
2. Делоне, Н.Б. Нелинейная ионизация атомов лазерным излучением. [Электронный ресурс] / Н.Б. Делоне, В.П. Крайнов. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2001. — 320 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/59287> — Загл. с экрана.
3. Юнаковский А. Д. - Начала вычислительных методов для физиков. - Н. Новгород: ИПФ РАН, 2007. - 220 с.

б) дополнительная литература:

1. Введенский Н. В., Рябикин М. Ю., Силаев А. А. Квантовомеханические модели пониженной размерности для численных исследований ионизационных явлений в интенсивных электромагнитных полях: Учебно-методическое пособие. — Н.Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2014. — 33 с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Microsoft Office (номера лицензий: 62421356 (12 шт.), 62421349);
2. 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 _____ Н.В. Введенский

Рецензент _____ В.Г. Гавриленко

Заведующий кафедрой электродинамики _____ А.В. Кудрин

Программа рекомендована на заседании кафедры электродинамики 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.	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.
В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать современное состояние науки в области электродинамики высокочастотных и оптических разрядов и методы постановки исследовательских задач.	Отсутствие представлений о современном состоянии науки в области электродинамики высокочастотных и оптических разрядов.	Фрагментарные знания о современном состоянии науки в области электродинамики высокочастотных и оптических разрядов.	Общие, но не структурированные знания о современном состоянии науки в области электродинамики высокочастотных и оптических разрядов и методах постановки исследовательских задач.	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о современном состоянии науки в области электродинамики высокочастотных и оптических разрядов и методах постановки исследовательских задач.	Сформированные системные знания о современном состоянии науки в области электродинамики высокочастотных и оптических разрядов и методах постановки исследовательских задач.
У(ПК-1)-1 Уметь определять наиболее актуальные направления исследований.	Отсутствие умений.	Частично освоенное умение 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 использование умения определять наиболее актуальные направления исследований.	Сформированное умение определять наиболее актуальные направления исследований.
В результате освоения дисциплины обучающийся должен уметь определять наиболее актуальные направления исследований в области	Не умеет и не готов определять наиболее актуальные направления исследований в области	Частично освоенное умение определять наиболее актуальные направления исследований в области	В целом успешное, но не систематическое использование умения определять наиболее актуальные направления исследований	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использование умения определять наиболее актуальные направления исследований	Сформированное умение определять наиболее актуальные направления исследований в области электродинамики

электродинамики высокочастотных и оптических разрядов.	электродинамики высокочастотных и оптических разрядов.	электродинамики высокочастотных и оптических разрядов.	исследований в области электродинамики высокочастотных и оптических разрядов.	направления исследований в области электродинамики высокочастотных и оптических разрядов.	высокочастотных и оптических разрядов.
<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.	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.
В результате освоения дисциплины обучающийся должен уметь самостоятельно формулировать новые задачи в области электродинамики высокочастотных и оптических разрядов и предполагаемые методы их решения, исходя из знаний современных научных достижений.	Не умеет и не готов формулировать новые задачи в области электродинамики высокочастотных и оптических разрядов и предполагаемые методы их решения, исходя из знаний современных научных достижений.	Имея базовые представления о современных научных достижениях в области электродинамики высокочастотных и оптических разрядов, не способен сформулировать новые научные задачи в данной области и предполагаемые методы их решения.	При формулировке новых научных задач в области электродинамики высокочастотных и оптических разрядов не учитывает тенденции развития науки в данной области.	Формулирует новые научные задачи в области электродинамики высокочастотных и оптических разрядов, исходя из тенденций развития науки в данной области, но не полностью учитывает возможные этапы решения задачи.	Готов и умеет формулировать новые научные задачи в области электродинамики высокочастотных и оптических разрядов и предполагаемые методы их решения, исходя из тенденций развития науки в данной области.
<i>У(ПК-1)-3</i> Уметь при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений.	Отсутствие умений.	Частично освоенное умение при решении исследовательских и практических задач генерировать идеи, поддающиеся операционализации и исходя из наличных ресурсов и ограничений.	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение при решении исследовательских и практических задач генерировать 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 идеи, поддающиеся операционализации и исходя из наличных ресурсов и ограничений.	Сформированное умение при решении исследовательских и практических задач генерировать идеи, поддающиеся операционализации и исходя из наличных ресурсов и ограничений.
В результате освоения дисциплины обучающийся должен уметь при решении практических задач самостоятельно формулировать новые	Не умеет и не готов при решении практических задач самостоятельно формулировать	Имея базовые представления об основных процессах в плазме, типов ионизационно-полевых	При формулировке новых идей при решении практических задач в области электродинамики высокочастотных	Формулирует новые идеи при решении практических задач в области электродинамики высокочастотных	Готов и умеет формулировать новые идеи при решении практических задач в области электродинамики

идеи в области электродинамики высокочастотных и оптических разрядов, исходя из знаний основных процессов в плазме, типов ионизационно-полевых неустойчивостей разряда и механизмов преобразования спектров электромагнитного излучения в нестационарной пространственно-неоднородной плазме.	новые идеи в области электродинамики высокочастотных и оптических разрядов, исходя из знаний основных процессов в плазме.	неустойчивостей разряда и механизмов преобразования спектров электромагнитного излучения в нестационарной пространственно-неоднородной плазме, не способен формулировать новые идеи при решении практических задач в данной области.	и оптических разрядов не полностью учитывает основные процессы в плазме, типы ионизационно-полевых неустойчивостей разряда и механизмы преобразования спектров электромагнитного излучения в нестационарной пространственно-неоднородной плазме.	и оптических разрядов, исходя из знаний основных процессов в плазме, типов ионизационно-полевых неустойчивостей разряда и механизмов преобразования спектров электромагнитного излучения в нестационарной пространственно-неоднородной плазме, но не полностью учитывает возможные этапы решения задачи.	высокочастотных и оптических разрядов, исходя из знаний основных процессов в плазме, типов ионизационно-полевых неустойчивостей разряда и механизмов преобразования спектров электромагнитного излучения в нестационарной пространственно-неоднородной плазме.
---	---	--	--	--	--

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.
В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать элементарные и коллективные процессы в плазме, процессы ионизации и формирования плазмы в высокочастотных и оптических разрядах, влияние плазмы разряда на величину и структуру возбуждающего поля.	Отсутствие знаний основных процессов в плазме, процессов ионизации и формирования плазмы в высокочастотных и оптических разрядах.	Фрагментарные знания основных процессов в плазме, процессов ионизации и формирования плазмы в высокочастотных и оптических разрядах.	Общие, но не структурированные знания основных процессов в плазме, процессов ионизации и формирования плазмы в высокочастотных и оптических разрядах.	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных процессов в плазме, процессов ионизации и формирования плазмы в высокочастотных и оптических разрядах, влияния плазмы разряда на величину и структуру возбуждающего поля.	Сформированные системные знания элементарных и коллективных процессов в плазме, процессов ионизации и формирования плазмы в высокочастотных и оптических разрядах, влияния плазмы разряда на величину и структуру возбуждающего поля.
3(ПК-2)-2 Знать современные подходы к моделированию различных явлений в области радиофизики и оценке полученных результатов.	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	Сформированные систематические представления о современных подходах к моделированию различных явлений в области радиофизики и оценке полученных результатов.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать современные подходы к моделированию плазменно-полевых структур в разрядах различных типов.	Отсутствие представлений о современных подходах к моделированию плазменно-полевых структур в разрядах различных типов.	Фрагментарные представления о современных подходах к моделированию плазменно-полевых структур в разрядах различных типов.	В целом успешные, но несистемные представления о современных подходах к моделированию плазменно-полевых структур в разрядах различных типов.	полученных результатов. В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы, представления о современных подходах к моделированию плазменно-полевых структур в разрядах различных типов.	Сформированные систематические представления о современных подходах к моделированию плазменно-полевых структур в разрядах различных типов, а также оценке полученных результатов.
У(ПК-2)-2 Уметь представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу.	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.
В результате освоения дисциплины обучающийся должен уметь представлять результаты решения практических задач научному сообществу.	Не умеет и не готов представлять полученные результаты научному сообществу.	Умение представлять полученные результаты узкому кругу специалистов.	В целом успешное, но не последовательное представление полученных результатов научному сообществу.	Успешное умение представлять полученные результаты научному сообществу.	Сформированное умение представлять полученные результаты научному сообществу, определять целевые группы и форматы продвижения результатов собственной научной деятельности.
В(ПК-2)-1 Владеть навыками моделирования различных явлений в области радиофизики и оценки полученных результатов.	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.
В результате освоения дисциплины обучающийся должен	Не владеет и не готов применять навыки	Фрагментарное применение навыков моделирования	В целом успешное, но не систематическое применение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы	Успешное и систематическое применение навыков

владеть навыками моделирования плазменно-полевых структур в разрядах на высокопроизводительных вычислительных системах.	моделирования плазменно-полевых структур в разрядах на высокопроизводительных вычислительных системах.	плазменно-полевых структур в разрядах на высокопроизводительных вычислительных системах.	навыков моделирования плазменно-полевых структур в разрядах на высокопроизводительных вычислительных системах.	применение навыков моделирования плазменно-полевых структур в разрядах на высокопроизводительных вычислительных системах.	моделирования плазменно-полевых структур в разрядах на высокопроизводительных вычислительных системах.
ПК-3 Способность к внедрению научных достижений и разработок в области радиофизики					
<p>3(ПК-3)-2 Знать требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях.</p> <p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен ознакомиться с публикациями в рецензируемых научных изданиях в области электродинамики высокочастотных и оптических разрядов и иметь представление о структуре, содержании и оформлении данных публикаций.</p>	<p>Отсутствие знаний.</p> <p>Отсутствие знаний публикаций по теме дисциплины.</p>	<p>Фрагментарные представления о требованиях к содержанию и правилах оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях.</p> <p>Фрагментарные знания публикаций и представления о требованиях к структуре, содержанию и оформлению публикаций в рецензируемых научных изданиях.</p>	<p>Общие представления о требованиях к содержанию и правилах оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях.</p> <p>Общие знания публикаций и представления о требованиях к структуре, содержанию и оформлению публикаций в рецензируемых научных изданиях.</p>	<p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о требованиях к содержанию и правилах оформления рукописей, наличие однократного опыта публикаций в рецензируемых научных изданиях.</p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания публикаций и представления о требованиях к структуре, содержанию и оформлению публикаций в рецензируемых научных изданиях.</p>	<p>Сформированные представления о требованиях к содержанию и правилах оформления рукописей, наличие неоднократного опыта публикаций в рецензируемых научных изданиях.</p> <p>Сформированные знания публикаций по теме дисциплины, представления о требованиях к структуре, содержанию и оформлению публикаций в рецензируемых научных изданиях.</p>
<p>У(ПК-3)-1 Уметь самостоятельно интерпретировать результаты научного исследования.</p> <p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен уметь самостоятельно интерпретировать результаты, полученные при решении практических задач.</p>	<p>Отсутствие умений.</p> <p>Не умеет и не готов интерпретировать полученные результаты.</p>	<p>Фрагментарное использование умения самостоятельно интерпретировать результаты научного исследования.</p> <p>Фрагментарное использование умения самостоятельно интерпретировать результаты, полученные при решении практических задач.</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое использование умения самостоятельно интерпретировать результаты научного исследования.</p> <p>В целом успешное, но не систематическое использование умения самостоятельно интерпретировать результаты, полученные при решении практических задач.</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использование умения самостоятельно интерпретировать результаты научного исследования.</p> <p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использование умения самостоятельно интерпретировать результаты, полученные при решении практических задач.</p>	<p>Сформированное умение самостоятельно интерпретировать результаты научного исследования.</p> <p>Сформированное умение самостоятельно интерпретировать результаты, полученные при решении практических задач.</p>

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 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.
В результате освоения дисциплины обучающийся должен уметь оценивать границы применимости результатов, полученных при решении задач в области электродинамики высокочастотных и оптических разрядов, и возможности их внедрения.	Не умеет и не готов оценивать границы применимости полученных результатов в области электродинамики высокочастотных и оптических разрядов и возможности их внедрения.	Фрагментарное умение оценивать границы применимости полученных результатов в области электродинамики высокочастотных и оптических разрядов.	В целом успешное, но не систематическое использование умения оценивать границы применимости полученных результатов в области электродинамики высокочастотных и оптических разрядов и возможности их внедрения.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использование умения оценивать границы применимости полученных результатов в области электродинамики высокочастотных и оптических разрядов и возможности их внедрения.	Сформированное умение оценивать границы применимости результатов, полученных при решении задач в области электродинамики высокочастотных и оптических разрядов, и возможности их внедрения.
У(ПК-3)-4 Уметь представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу.	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.
В результате освоения дисциплины обучающийся должен уметь представлять результаты решения практических задач научному сообществу.	Не умеет и не готов представлять полученные результаты научному сообществу.	Умение представлять полученные результаты узкому кругу специалистов.	В целом успешное, но не последовательное представление полученных результатов научному сообществу.	Успешное умение представлять полученные результаты научному сообществу.	Сформированное умение представлять полученные результаты научному сообществу, определять целевые группы и форматы продвижения результатов собственной научной деятельности.

