**Приложение 5**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное**

**образовательное учреждение высшего образования**

**«Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»**

|  |
| --- |
|  |

**Аннотации рабочих программ дисциплин**

Уровень высшего образования

***Подготовка кадров высшей квалификации***

Направление подготовки

**03.06.01 – Физика и астрономия**

Направленность образовательной программы

**Радиофизика (01.04.03)**

Квалификация

***Исследователь. Преподаватель-исследователь***

Форма обучения

***Очная***

Нижний Новгород

2015

|  |
| --- |
| Нелинейные волны |

(наименование дисциплины (модуля))

**Цель освоения дисциплины (модуля).**

Цели и задачи дисциплины обусловлены необходимостью:

 а) дать **выпускникам** **аспирантуры по направлению 01.04.03 – «Радиофизика»** научно обоснованные представления о широком круге нелинейных явлений в электродинамике (в резонансных средах, диэлектриках, ферритах и плазме), гидродинамике, химии и некоторых других областях науки и техники;

 б) научить **выпускников аспирантуры**современным методам отыскания базисных (точных) решений нелинейных уравнений в частных производных, с помощью которых описываются разнообразные нелинейные эффекты и физические процессы.

**Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.**

Дисциплина **«Нелинейные волны**» относится к числу профессиональных дисциплин, является дисциплиной выбора и изучается на первом году обучения в первом семестре.

Содержание дисциплины направлено на усвоение **аспирантами** совокупности основных физических принципов, закономерностей и методов исследования, составляющих фундамент современной нелинейной физики.

**Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) (компетенции).**

 В результате изучения дисциплины **выпускник аспирантуры** должен овладеть:

* знанием физической природы нелинейно-оптических свойств различных сред, находящихся под воздействием мощного лазерного излучения; а также основных принципов взаимодействия излучения со средой;
* умением применять основные уравнения (законы) нелинейной оптики для решения конкретных физических задач;
* основами современного математического аппарата отыскания базисных (многосолитонных) решений широкого класса нелинейных уравнений в частных производных (метод обратной задачи рассеяния, преобразования Бэклунда, Миуры и Хопфа-Хироты), описывающих многие нелинейные явления в электродинамике (ферриты, диэлектрики, полупроводники, резонансные среды, плазма), гидродинамике, химии и других областях науки и техники;
* умением видеть на основе колебательно-волновой аналогии общее в нелинейных явлениях, происходящих в различных средах (распределённых системах), а также использовать для их описания соответствующий апробированный математический аппарат.

Освоение дисциплины обучающимися опирается на знания, умения, навыки и компетенции, которые должны иметь выпускники бакалавриата и магистратуры радиофизического факультета, получившие хорошую аттестацию на экзаменах по общим курсам физики, классической электродинамики, математического анализа, дифференциальных уравнений, аналитической геометрии и высшей алгебры, векторного и тензорного анализа. В результате освоения дисциплины обучающиеся приобретают существенный вклад в формирование трёх профессиональных компетенций (**ПК-1; ПК-2** и **ПК-3**), которые они должны иметь после окончания обучения в аспирантуре по направленности **01.04.03 – «Радиофизика»**. Для формирования этих компетенций каждый приступивший к освоению дисциплины (как части программы аспирантуры) обучающийся

**должен *знать:***

1) возможные сферы и направления научно-исследовательской деятельности в области радиофизики; основные методы научно-исследовательской деятельности;

2) фундаментальные основы радиофизики и специальных дисциплин; основные принципы и способы организации научного исследования в области радиофизики;

3) основные подходы к интерпретации и оценке результатов научного исследования;

**должен *уметь:***

 1) выявлять и формулировать проблемы в области радиофизики, исходя из этапов профессионального роста и требований развития науки; критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника, свои возможности, реалистичность и адекватность намеченных способов и путей достижения планируемых целей; избегать автоматического применения стандартных приемов решении поставленных задач;

 2) составлять план работы по заданной теме, анализировать получаемые результаты, составлять отчеты о научно-исследовательской работе;

 3) критически оценивать полученную информацию; анализировать альтернативные варианты решения практических и исследовательских задач и оценивать их возможные выигрыши/проигрыши;

**должен *владеть:***

1) навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования, приемами оценки и самооценки результатов деятельности по решению профессиональных задач;

 2) физическими и физико-математическими методами исследований в выбранной области радиофизики; базовыми информационными и коммуникационными технологиями, применяемыми для проведения исследования в области радиофизики для сбора теоретических и эмпирических данных, их анализа и представления полученных результатов;

 3) базовыми методами теоретического анализа; базовыми приемами моделирования физических явлений и оценки полученных результатов.

 **Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

Основные разделы курса:

Трехчастотные взаимодействия в квадратичной среде

Четырехчастотные взаимодействия в кубичной среде

Взаимодействие волн при вынужденном комбинационном рассеянии (ВКР) лазерного излучения

Взаимодействие волн лазерного излучения и звука при вынужденном рассеянии Мандельштама-Бриллюэна (ВРМБ)

Пучки в нелинейной оптике

Обращение волнового фронта (ОВФ) при отражении лазерного излучения от нелинейной среды

Двумерные лазерные пучки в активной резонансной среде с линейной диссипацией энергии

Солитонное решение уравнения Кортевега и де Вриза (КДВ)

Солитонное решение уравнения Синус-Гордон (СГ)

Солитонное решение нелинейного уравнения Шредингера (НУШ)

Самоиндуцированная прозрачность двухуровневой поглощающей среды

Стационарные световые импульсы в усиливающей резонансной среде при наличии линейного поглощения

Решение нелинейных уравнений методом обратной задачи рассеяния (ОЗР)

Решение нелинейных уравнений с помощью автопреобразования Бэклунда

Обзор новых методов отыскания точных решений нелинейных уравнений

**Формы промежуточного контроля.**

1. Еженедельный контроль посещаемости аудиторных занятий.

2. Выборочная проверка одного из разделов портфолио, предоставленного проверяющему по электронной почте

|  |
| --- |
| Методы дистанционного зондирования окружающей среды |

(наименование дисциплины (модуля))

**Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.**

Дисциплина «Методы дистанционного зондирования окружающей среды» относится к числу профессиональных дисциплин, является дисциплиной по выбору и изучается на 1-м году обучения, в осеннем семестре.

Освоение курса опирается на знания, умения, навыки и компетенции, сформированные на двух предшествующих уровнях образования и полученные в результате освоения следующих дисциплин: «Электродинамика», «Статистическая радиофизика», «Квантовая радиофизика», «Механика сплошных сред», «Основы радиолокации», «Спектральная обработка сигналов», «Теория оптимального приема сигналов».

**Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) (компетенции).**

 **Планируемые результаты обучения по дисциплине**

|  |  |
| --- | --- |
| **Код формируемой компетенции** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций** |
| *ПК-1*Способность самостоятельно ставить научные задачи и формулировать новые идеи в области радиофизики | *З(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;*У(ПК-1)-1* Уметь определять наиболее актуальные направления исследований;*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;*У(ПК-1)-3* Уметь при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений;*В(ПК-1)-1* Владеть навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;*В(ПК-1)-2* Владеть технологиями планирования профессиональной деятельности в сфере научных исследований;*В(ПК-1)-3* Владеть навыками самостоятельной постановки, критического переосмысления и решения новых задач в области радиофизики; навыками использования современных средств вычислительной техники для расчетов. |
| *ПК-2*Способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению новых научных результатов с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта | *З(ПК-2)-1* Знать современное состояние науки в области радиофизики;*З(ПК-2)-2* Знать современные подходы к моделированию различных явлений в области радиофизики и оценке полученных результатов;*У(ПК-2)-2* Уметь представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу;*В(ПК-2)-1* Владеть навыками моделирования различных явлений в области радиофизики и оценки полученных результатов;*В(ПК-2)-3* Владеть методами планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по направленности «Радиофизика». |
| *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 изданиях;*У(ПК-3)-1* Уметь самостоятельно интерпретировать результаты научного исследования;*У(ПК-3)-2* Уметьоценивать 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. |

 **Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, всего 108 часа, из которых 36 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (32 часа занятия лекционного типа, 4 часа мероприятия по аттестации), 72 часа составляет самостоятельная работа обучающегося.

Основные разделы курса:

Трансформация излучения в случайно-неоднородной среде. Приближения теории рассеяния и условия их применимости

Рассеяние ЭМ и акустических волн на дискретных неоднородностях

Рассеяние ЭМ и акустических волн на непрерывно-распределенных неоднородностях

Рассеяние ЭМ и акустических волн на неровной поверхности

Обратная задача рассеяния в случайно-неоднородной среде

Структура и функции систем дистанционного зондирования

Метеорадиолокация

Радиолокационное зондирование поверхности океана

Акустическое зондирование толщи и дна океана. Пассивная биоакустика

Лазерное зондирование атмосферы

**Формы промежуточного контроля.**

1. Коллоквиум

|  |
| --- |
| Помехоустойчивое кодирование в системах радиосвязи |

(наименование дисциплины (модуля))

**Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.**

Дисциплина «Помехоустойчивое кодирование в системах радиосвязи» относится к числу профессиональных дисциплин, является дисциплиной выбора и изучается на 1 году обучения, в первом семестре.

Освоение курса опирается на знания, умения, навыки и компетенции, сформированные на двух предшествующих уровнях образования в результате освоения дисциплины С.2.Б.5. «Теория информации и кодирования» базовой части математического и естественнонаучного цикла С.2 по той же специальности и дисциплины Б.3.Б.9. «Статистическая радиофизика» базовой части профессионального цикла бакалавриата по тому же направлению подготовки.

**Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) (компетенции).**

|  |  |
| --- | --- |
| **Код формируемой компетенции** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций** |
| *УК-1* Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях | *З(УК-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;*У(УК-1)-1* Уметь анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов;*У(УК-1)-2* Уметь при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений;*В(УК-1)-1* Владеть навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;*В(УК-1)-2* Владеть навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях. |
| *ОПК-1*способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий | *З(ОПК-1)-1* Знать современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности;*У(ОПК-1)-1* Уметь выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования;*В(ОПК-1)-1* Владеть навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз банных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований;*В(ОПК-1)-2* Владеть навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов; *В(ОПК-1)-3* Владеть навыками представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности. |

 **Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, всего 108 часов, из которых 36 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (32 часа занятия лекционного типа, 4 часа мероприятия по аттестации), 72 часа составляет самостоятельная работа обучающегося.

Основные разделы курса:

Основные критерии, применяемые при декодирование принятой последовательности

Линейный блоковые коды, их представление и основные свойства

Стандартное расположение и синдромное декодирование линейных блоковых кодов

Циклические коды, их представление и основные свойства

Возможные подходы реализации схем кодирования и декодирования циклических кодов

Сверточные коды, их представление и свойства

Декодирования сверточных кодов с помощью алгоритма Витерби. Практические аспекты их применения в современных системах связи

Декодирование по критерию максимума апостериорной информации

Основные принципы построения и декодирования турбо кодов

Коды с малой плотностью проверки на четность. Кодирование и представление кодов

Итеративное декодирование кодов с малой плотностью проверки на четность. Практические аспекты их применения в современных системах связи

**Формы промежуточного контроля.**

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.

|  |
| --- |
| Физические основы оптоэлектроники |

(наименование дисциплины (модуля))

**Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.**

Дисциплина «Физические основы оптоэлектроники» относится к числу профессиональных дисциплин, является дисциплиной по выбору аспиранта из вариативной части профессионального цикла и изучается на 1-ом году обучения, во втором семестре.

Освоение курса опирается на знания, умения, навыки и компетенции, сформированные на двух предшествующих уровнях образования в рамках изучения курсов «Квантовая электроника» («Квантовая радиофизика»), «Полупроводниковая электроника», входящих в учебный план подготовки бакалавров по направлению «Радиофизика», а также магистерских курсов «Методы оптических измерений» и «Физика лазеров».

**Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) (компетенции).**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине**

|  |  |
| --- | --- |
| **Код формируемой компетенции** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций** |
| *ПК-2*Способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению новых научных результатов с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта | *З(ПК-2)-1* Знать современное состояние науки в области радиофизики.***Знать*** - физические механизмы формирования уширенных линий излучения вещества;- основные современные квантовые схемы генерации когерентного излучения;- модовые структуры открытых оптических резонаторов и световодов различной конфигурации;- основные новейшие технологии, определяющие принципы работы базовых типов лазерных излучателей (твердотельные, полупроводниковые, газовые лазеры) и светодиодов;- принципы работы и технические характеристики модуляторов оптического излучения;- возможности регистрации оптических сигналов;- закономерности распространения излучения в планарных и волоконных структурах. |
| *ПК-1*Способность самостоятельно ставить научные задачи и формулировать новые идеи в области радиофизики | *У(ПК-1)-1* Уметь определять наиболее актуальные направления исследований.***Уметь*** *формулировать и анализировать*  пути и возможности улучшения рабочих характеристик лазерных излучателей, - методы управления оптическими пучками;Уметь анализировать проблемы сопряжения оптических элементов в оптоэлектронных схемах;ориентироваться в функциональном назначении и особенностях работы оптоэлектронных приборов;Получать оценки физических эффектов и выполнять расчёты, связанные с распространением лазерного излучения в планарных структурах и оптических волокнах;оценивать технические характеристики волоконно-оптических линий связи.*В(ПК-1)-1* Владеть навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.***Владеть***методами анализа и оценки эффективности оптоэлектронных систем при постановке научных экспериментов. |
| *ПК-3*Способность к внедрению научных достижений и разработок в области радиофизики | *У(ПК-3)-2* Уметь оценивать границы применимости полученных результатов научного исследования в области радиофизики и возможности их внедрения.***Уметь*** находить оптимальное сочетание оптоэлектронных элементов в зависимости от требований, предъявляемых к конкретным оптоэлектронным системам при внедрении их в различных областях радиофизики и оптоэлектроники. |

 **Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

Объем дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 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.

Основные разделы курса:

Введение. Оптические системы. Связь оптоэлектроники и квантовой электроники

Усиление в активных средах. Эффект насыщения

Физические принципы генерации лазерного излучения

Физика твердотельных лазеров

Спектральные, мощностные и шумовые характеристики современных лазерных излучателей

Аналитические оптические системы на основе лазеров

Методы измерения параметров лазерного излучения

Детектирование оптических сигналов. Фотоприемники и их предельная чувствительность

Методы управления лазерным излучением

Элементная база систем оптической модуляции лазерного излучения

Полупроводниковый лазер как элемент оптоэлектронных систем

Прямая модуляция излучения полупроводникового лазера

Распространение ЭМ волн в волоконном световоде (геометрическая и волновая оптика)

Модовая структура ЭМП в волоконных световодах

Дисперсия и потери в волоконных световодах

Согласование элементов волоконной и планарной оптики

Современные ВОЛС с частотным уплотнением каналов

Оптические и волоконно-оптические сенсоры и датчики

**Формы промежуточного контроля.**

Самостоятельная работа обучающегося предполагает работу, сопровождающую лекционный материал, с рекомендованной литературой и проработку контрольных вопросов

|  |
| --- |
| Рассеяние волн и дифракция флуктуирующего излучения» |

(наименование дисциплины (модуля))

**Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.**

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

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

**Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) (компетенции).**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине**

|  |  |
| --- | --- |
| **Код формируемой компетенции** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций** |
| **ПК-1 Способность самостоятельно ставить научные задачи и формулировать новые идеи в области теории распространения волн** | *З1 Знать* классические и современные методы исследования и анализа свойств волн, распространяющихся в различных случайных средах*З2 Знать* методы критического анализа и оценки современных научных достижений в теории волн, а также методы комбинирования различных подходов при решении исследовательских и практических задач в теории распространения волн в случайно-неоднородных средах различной природы Шифр З(ПК-1)-1*У1 Уметь* выбирать и применять аналитические, аналитико-численные, экспериментальные методы исследования в соответствии с типом поставленной задачиШифр У(ПК-1)-1*У2 Уметь* самостоятельно формулировать новые научные задачи в области теории распространения волн в случайно-неоднородных средах и предполагаемые методы их решения исходя из тенденций развития науки в области теории волн и этапов профессионального ростаШифр У(ПК-1)-2*У3 Уметь* при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся математической формализации исходя из наличных ресурсов и ограничений Шифр У(ПК-1)-3*В1 Владеть* навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач в области теории волн в случайных средах Шифр В(ПК-1)-1*В2 Владеть* навыками планирования профессиональной деятельности в сфере научных исследований Шифр В(ПК-1)-2*В3 Владеть* навыками самостоятельной постановки, критического переосмысления и решения новых задач в области теории волн в случайных средах; навыками использования современных средств вычислительной техники для расчетовШифр В(ПК-1)-3 |
| **ПК-2 Способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению новых научных результатов с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта**  | *З1 Знать* современное состояние теории распространения волн в случайно-неоднородных средахШифр З(ПК-2)-1*З2 Знать* современные подходы к описанию и моделированию различных явлений для волн, распространяющихся в случайных средах, и оценке полученных результатовШифр З(ПК-2)-2*З3 Знать* требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданияхШифр З(ПК-2)-3*У1 Уметь* представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде публикаций в рецензируемых научных изданияхШифр У(ПК-2)-1*У2 Уметь* представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу Шифр У(ПК-2)-2*В1 Владеть* навыками моделирования (в т.ч. компьютерного) различных явлений в области теории распространения волн в случайных средах и оценки полученных результатовШифр В(ПК-2)-1*В2 Владеть* современными информационными и коммуникационными технологиями сбора теоретических и эмпирических данных, их анализа и представления полученных результатов исследования Шифр В(ПК-2)-2*В3 Владеть* методами планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по направленности РадиофизикаШифр В(ПК-2)-3 |
| **ПК-3 Способность к внедрению научных достижений и разработок в области радиофизики**  | *З1 Знать* нормативные документы для составления заявок, грантов, проектов НИРШифр З(ПК-3)-1*З2 Знать* требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданияхШифр З(ПК-3)-2*У1 Уметь* самостоятельно интерпретировать результаты научного исследованияШифр У(ПК-3)-1*У2 Уметь* оценивать границы применимости полученных результатов научногоисследования в области радиофизики и возможности их внедрения Шифр У(ПК-3)-2*У3 Уметь* готовить заявки на получение научных грантов и заключения контрактов по НИР в области радиофизикиШифр У(ПК-3)-3*У4 Уметь* представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу Шифр У(ПК-3)-4*В1 Владеть* навыками составления и подачи конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по направленности РадиофизикаШифр В(ПК-3) -1*В2 Владеть* навыками представления научных результатов исследования в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях и заявок на изобретенияШифр В(ПК-3)-2 |

 **Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

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.

Основные разделы курса:

Случайные процессы

Случайные поля

Пространственно-временные случайные поля

Метод возмущений

Частотный спектр рассеянного поля

Ряд по кратности рассеяния

Уравнение эйконала. Фазовые характеристики.

Амплитудные характеристики

Угловой спектр мощности волны

Границы применимости метода геометрической оптики.

Метод плавных возмущений

Параболическое уравнение

Локальный метод Чернова

Дифракция плоской волны на безграничном хаотическом экране

Корреляционные свойства случайной волны, прошедшей через отверстие в экране

|  |
| --- |
| Цифровые каналы связи |

(наименование дисциплины (модуля))

**Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.**

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».

**Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) (компетенции).**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине**

|  |  |
| --- | --- |
| **Код формируемой компетенции** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций** |
| *ПК-2*Способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению новых научных результатов с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта | *З(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.*З(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.*У(ПК-2)-2* Уметь представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу.Уметь грамотно на научном языке излагать изученный материал, описывать методы и способы обработки сигналов в цифровых системах связи.*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.*В(ПК-2)-1* навыками моделирования различных явлений в области радиофизики и оценки полученных результатов.Владеть основными методиками расчётов базовых характеристик систем связи. |

 **Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

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.

Основные разделы курса:

Сигналы в радиотехнических системах

Цифровые системы связи

Кодирование источника

Модуляция и передача сигнала в основной полосе частот

Полосовая модуляция

Полосовая демодуляция и оптимальный приём сигналов

Методы расширения спектра и множественный доступ

Многолучевое распространение радиосигналов

Архитектура цифровых приёмопередатчиков

**Формы промежуточного контроля.**

Контрольная работа

|  |
| --- |
| Взаимодействие электромагнитного излучения с биологическими системами и живыми организмами |

(наименование дисциплины (модуля))

**Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.**

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.

**Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) (компетенции).**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине**

|  |  |
| --- | --- |
| **Код формируемой компетенции** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций** |
| *УК-1*Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях | *З(УК-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.Знать современное состояние и достижения в области взаимодействия электромагнитного излучения с биологическими системами и живыми организмами, научно обоснованных представлений о широком круге явлений и процессов, происходящих при взаимодействии электромагнитного излучения с биологическими системами (биологическими молекулами – белками, ДНК; клетками; биологическими тканями), и их применении в биологических и медицинских приложениях. *У(УК-1)-1* Уметь анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов.*У(УК-1)-2* Уметь при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений.Уметь проводить критический анализ и оценку современных научных достижений, генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач в области радиофизики, в том числе в междисциплинарных областях. *В(УК-1)-1* Владеть навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.Владеть основами современного математического аппарата, описывающего множество явлений взаимодействия излучения со средой.  |
| *ПК-2*Способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению новых научных результатов с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта | *З(ПК-2)-1* Знать современное состояние науки в области радиофизики.*З(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. *У(ПК-2)-2* 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 соответствующий апробированный математический аппарат для решения конкретных физических задач.*В(ПК-2)-1* Владеть навыками моделирования различных явлений в области радиофизики и оценки полученных результатов.Владеть основами современного математического аппарата, описывающего множество явлений взаимодействия излучения со средой в электродинамике, гидродинамике, химии и других областях науки. |
| *ПК-1*Способность самостоятельно ставить научные задачи и формулировать новые идеи в области радиофизики | *З(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.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.*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.Уметь самостоятельно ставить научные задачи и формулировать новые идеи в области радиофизики в области радиофизики.*В(ПК-1)-1* Владеть навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.Владеть основами современного математического аппарата, описывающего множество явлений взаимодействия излучения со средой.  |

 **Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

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.

Основные разделы курса:

Особенности и основные гипотезы о механизмах биологического действия электромагнитного излучения крайне высокочастотного (КВЧ) диапазона.

Проблемы и методы дозиметрии электромагнитного излучения крайне высокочастотного КВЧ диапазона.

Влияние электромагнитного излучения крайне высокочастотного КВЧ диапазона на компоненты клетки.

Воздействие непрерывного электромагнитного излучения крайне высокочастотного КВЧ диапазона на изолированные клетки и клеточные суспензии.

Воздействие непрерывного электромагнитного излучения крайне высокочастотного КВЧ диапазона на многоклеточные организмы.

Биологические эффекты модулированных электромагнитных излучений.

Влияние электромагнитного излучения крайне высокочастотного КВЧ диапазона на иммунную систему и системная регуляция гомеостаза.

Особенности терапевтического действия электромагнитного излучения крайне высокочастотного КВЧ диапазона.

Иммуномодулирующие эффекты электромагнитного излучения крайне высокочастотного КВЧ диапазона в норме и при патологии.

Возможные механизмы действия электромагнитного излучения крайне высокочастотного КВЧ диапазона на организм млекопитающих.

|  |
| --- |
| Волны в случайных средах |

(наименование дисциплины (модуля))

**Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.**

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».

**Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) (компетенции).**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине**

|  |  |
| --- | --- |
| **Код формируемой компетенции** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций** |
| **ПК-1 Способность самостоятельно ставить научные задачи и формулировать новые идеи в области теории распространения волн** | *З1 Знать* классические и современные методы исследования и анализа свойств волн, распространяющихся в различных случайных средах.*З2 Знать* методы критического анализа и оценки современных научных достижений в теории волн, а также методы комбинирования различных подходов при решении исследовательских и практических задач в теории распространения волн в случайно-неоднородных средах различной природы. Шифр З(ПК-1)-1 *У1 Уметь* выбирать и применять аналитические, аналитико-численные, экспериментальные методы исследования в соответствии с типом поставленной задачи.Шифр У(ПК-1)-1 *У2 Уметь* самостоятельно формулировать новые научные задачи в области теории распространения волн в случайно-неоднородных средах и предполагаемые методы их решения исходя из тенденций развития науки в области теории волн и этапов профессионального роста.Шифр У(ПК-1)-2 *У3 Уметь* при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся математической формализации исходя из наличных ресурсов и ограничений. Шифр У(ПК-1)-3 *В1 Владеть* навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач в области теории волн в случайных средах. Шифр В(ПК-1)-1 *В2 Владеть* навыками планирования профессиональной деятельности в сфере научных исследований. Шифр В(ПК-1)-2 *В3 Владеть* навыками самостоятельной постановки, критического переосмысления и решения новых задач в области теории волн в случайных средах; навыками использования современных средств вычислительной техники для расчетов.Шифр В(ПК-1)-3  |
| **ПК-2 Способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению новых научных результатов с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта**  | *З1 Знать* современное состояние теории распространения волн в случайно-неоднородных средах.Шифр З(ПК-2)-1 *З2 Знать* современные подходы к описанию и моделированию различных явлений для волн, распространяющихся в случайных средах, и оценке полученных результатов.Шифр З(ПК-2)-2 *З3 Знать* требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях.Шифр З(ПК-2)-3 *У1 Уметь* представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях.Шифр У(ПК-2)-1 *У2 Уметь* представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу. Шифр У(ПК-2)-2 *В1 Владеть* навыками моделирования (в т.ч. компьютерного) различных явлений в области теории распространения волн в случайных средах и оценки полученных результатов.Шифр В(ПК-2)-1 *В2 Владеть* современными информационными и коммуникационными технологиями сбора теоретических и эмпирических данных, их анализа и представления полученных результатов исследования. Шифр В(ПК-2)-2*В3 Владеть* методами планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по направленности РадиофизикаШифр В(ПК-2)-3 |
| **ПК-3 Способность к внедрению научных достижений и разработок в области радиофизики**  | *З1 Знать* нормативные документы для составления заявок, грантов, проектов НИРШифр З(ПК-3)-1*З2 Знать* требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданияхШифр З(ПК-3)-2*У1 Уметь* самостоятельно интерпретировать результаты научного исследованияШифр У(ПК-3)-1*У2 Уметь* оценивать границы применимости полученных результатов научногоисследования в области радиофизики и возможности их внедрения Шифр У(ПК-3)-2*У3 Уметь* готовить заявки на получение научных грантов и заключения контрактов по НИР в области радиофизикиШифр У(ПК-3)-3*У4 Уметь* представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу Шифр У(ПК-3)-4*В1 Владеть* навыками составления и подачи конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по направленности РадиофизикаШифр В(ПК-3) -1*В2 Владеть* навыками представления научных результатов исследования в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях и заявок на изобретенияШифр В(ПК-3)-2 |

 **Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, всего 72 часа, из которых 36 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (30 часа занятия лекционного типа, 4 часа занятия семинарского типа (семинары), 2 часа мероприятия по аттестации), 36 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

Основные разделы курса:

Обзор типов задач, решаемых теорией распространения волн в случайных средах

Основные понятия теории случайных полей

Микроструктура турбулентности атмосферы

Обзор классических методов анализа распространения волн в случайно-неоднородных средах

Понятие о марковском приближении. Уравнения для статистических моментов поля

Методы численного моделирования распространения волн в случайно-неоднородных средах

Методы анализа свойств когерентного излучения в турбулентной атмосфере

Экспериментальные методы получения параметров турбулентной атмосферы

Современные модификации классических методов анализа волновых полей в случайно-неоднородных средах

Методы анализа свойств волн в статистически анизотропных случайных средах

Дифракция случайных волн на простейших структурах. Теорема Ван-Циттерта-Цернике

|  |
| --- |
| Современные системы мобильной связи 4-го поколения: WiFi и LTE |

(наименование дисциплины (модуля))

**Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.**

Дисциплина «Современные системы мобильной связи 4-го поколения: WiFi и LTE» относится к дисциплинам по выбору аспиранта вариативной части профессионального цикла основной образовательной программы по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия и специализации «Радиофизика».

Данная дисциплина опирается на компетенции, приобретённые студентами в результате освоения дисциплины С.2.Б.5. «Теория информации и кодирования» базовой части математического и естественнонаучного цикла С.2 по той же специальности и дисциплины - Б.3.Б.9. «Статистическая радиофизика» базовой части профессионального цикла бакалавриата по тому же направлению подготовки.

**Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) (компетенции).**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине**

|  |  |
| --- | --- |
| **Код формируемой компетенции** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций** |
| *УК-1* Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях | *З(УК-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;*У(УК-1)-1* Уметь анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов;*У(УК-1)-2* Уметь при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений;*В(УК-1)-1* Владеть навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;*В(УК-1)-2* Владеть навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях. |
| *ОПК-1*способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий | *З(ОПК-1)-1* Знать современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности;*У(ОПК-1)-1* Уметь выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования;*В(ОПК-1)-1* Владеть навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз банных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований;*В(ОПК-1)-2* Владеть навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов; *В(ОПК-1)-3* Владеть навыками представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности. |

 **Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

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

Основные разделы курса:

Обработка сигналов в OFDM-системах связи

Основные характеристики OFDM-системы связи

Методы оценки передаточной функции канала

Методы частотной и временной синхронизации

Технология множественного доступа OFDMA

Технология множественного доступа SC-FDMA

Основные схемы пространственной обработки при использовании технологии MIMO

Синхронизация и поиск соты в LTE

Функциональное назначение и обработка сигналов в физическом канале

Отличительные особенности и основные процедуры обработки сигналов, передаваемых от абонентов на базовые станции

Основные особенности компьютерного моделирования работы передатчика и приёмника на физическом уровне системы связи LTE

Архитектура беспроводных локальных сетей Wi-Fi

Обзор уровня контроля доступа к среде

Обзор физического уровня стандарта IEEE802.11a/g

Основные особенности компьютерного моделирования процедур обработки сигналов на приёмнике и передатчике беспроводной системы связи Wi-Fi IEEE802.11a/g

|  |
| --- |
| Излучение и распространение электромагнитных волн в магнитоактивной плазме |

(наименование дисциплины (модуля))

**Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.**

Дисциплина «Излучение и распространение электромагнитных волн в магнитоактивной плазме» относится к числу профессиональных дисциплин, является дисциплиной выбора и изучается на 2 году обучения, в четвертом 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.

**Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) (компетенции).**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине**

|  |  |
| --- | --- |
| **Код формируемой компетенции** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций** |
| *ПК-1*Способность самостоятельно ставить научные задачи и формулировать новые идеи в области радиофизики | *З(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;*У(ПК-1)-1* Уметь определять наиболее актуальные направления исследований;*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;*У(ПК-1)-3* Уметь при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений;*В(ПК-1)-1* Владеть навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;*В(ПК-1)-2* Владеть технологиями планирования профессиональной деятельности в сфере научных исследований;*В(ПК-1)-3* Владеть навыками самостоятельной постановки, критического переосмысления и решения новых задач в области радиофизики; навыками использования современных средств вычислительной техники для расчетов. |
| *ПК-2*Способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению новых научных результатов с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта | *З(ПК-2)-1* Знать современное состояние науки в области радиофизики;*З(ПК-2)-2* Знать современные подходы к моделированию различных явлений в области радиофизики и оценке полученных результатов;*У(ПК-2)-2* Уметь представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу;*В(ПК-2)-1* Владеть навыками моделирования различных явлений в области радиофизики и оценки полученных результатов;*В(ПК-2)-3* Владеть методами планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по направленности «Радиофизика». |
| *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 изданиях;*У(ПК-3)-1* Уметь самостоятельно интерпретировать результаты научного исследования;*У(ПК-3)-2* Уметьоценивать 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. |

 **Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

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.

Основные разделы курса:

Введение

Основы электродинамики магнитоактивной плазмы

Распространение плоских электромагнитных волн в магнитоактивной плазме

Элементы теории распространения волновых пучков в магнитоактивной плазме

Распространение электромагнитных волн при наличии направляющих систем с магнитоактивным плазменным заполнением

Излучение электромагнитных волн заданными источниками в однородной магнитоактивной плазме

Излучение электромагнитных волн заданными источниками при наличии направляющих систем с магнитоактивным плазменным заполнением

|  |
| --- |
| Волны в нестационарых средах |

(наименование дисциплины (модуля))

**Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.**

Дисциплина «Волны в нестационарных средах» относится к числу профессиональных дисциплин, является дисциплиной выбора и изучается на 2 году обучения, в 4 семестре.

Освоение курса опирается на знания, умения, навыки и компетенции, сформированные на двух предшествующих уровнях образования. База для освоения данного курса: Электродинамика, Физика плазмы, Методы математической физики, Теория волновых процессов.

**Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) (компетенции).**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине**

|  |  |
| --- | --- |
| **Код формируемой компетенции** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций** |
| **ПК-1 Способность самостоятельно ставить научные задачи и формулировать новые идеи в области теории волновых процессов в нестационарных средах**  | *З1 Знать* классические и современные методы исследования и анализа свойств волн, распространяющихся в различных средах при наличии нестационарности. *З2 Знать* методы критического анализа и оценки современных научных достижений в теории волн, а также методы комбинирования различных подходов при решении исследовательских и практических задач в теории распространения волн в средах с переменными параметрами различной природы. Шифр З(ПК-1)-1 *У1 Уметь* выбирать и применять аналитические, аналитико-численные, экспериментальные методы исследования в соответствии с типом поставленной задачи.Шифр У(ПК-1)-1 *У2 Уметь* самостоятельно формулировать новые научные задачи в области теории распространения волн в нестационарных и неоднородных средах и предполагаемые методы их решения исходя из тенденций развития науки в области теории волн и этапов профессионального роста.Шифр У(ПК-1)-2 *У3 Уметь* при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся математической формализации исходя из наличных ресурсов и ограничений. Шифр У(ПК-1)-3 *В1 Владеть* навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач в области теории волн в нестационарных средах. Шифр В(ПК-1)-1 *В2 Владеть* навыками планирования профессиональной деятельности в сфере научных исследований. Шифр В(ПК-1)-2 *В3 Владеть* навыками самостоятельной постановки, критического переосмысления и решения новых задач в области теории волн в нестационарных средах; навыками использования современных средств вычислительной техники для расчетов.Шифр В(ПК-1)-3  |
| **ПК-2 Способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению новых научных результатов с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта**  | *З1 Знать* современное состояние теории распространения волн в нестационарных и неоднородных средах.Шифр З(ПК-2)-1 *З2 Знать* современные подходы к описанию и моделированию различных явлений для волн, распространяющихся в средах с переменными параметрами, и оценке полученных результатов.Шифр З(ПК-2)-2 *З3 Знать* требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях.Шифр З(ПК-2)-3 *У1 Уметь* представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях.Шифр У(ПК-2)-1 *У2 Уметь* представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу. Шифр У(ПК-2)-2 *В1 Владеть* навыками моделирования (в т.ч. компьютерного) различных явлений в области теории распространения волн в нестационарных средах и оценки полученных результатов.Шифр В(ПК-2)-1 *В2 Владеть* современными информационными и коммуникационными технологиями сбора теоретических и эмпирических данных, их анализа и представления полученных результатов исследования. Шифр В(ПК-2)-2*В3 Владеть* методами планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по направленности РадиофизикаШифр В(ПК-2)-3 |
| **ПК-3 Способность к внедрению научных достижений и разработок в области радиофизики**  | *З1 Знать* нормативные документы для составления заявок, грантов, проектов НИРШифр З(ПК-3)-1*З2 Знать* требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданияхШифр З(ПК-3)-2*У1 Уметь* самостоятельно интерпретировать результаты научного исследованияШифр У(ПК-3)-1*У2 Уметь* оценивать границы применимости полученных результатов научногоисследования в области радиофизики и возможностей их внедрения Шифр У(ПК-3)-2*У3 Уметь* готовить заявки на получение научных грантов и заключения контрактов по НИР в области радиофизикиШифр У(ПК-3)-3*У4 Уметь* представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу Шифр У(ПК-3)-4*В1 Владеть* навыками составления и подачи конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по направленности РадиофизикаШифр В(ПК-3) -1*В2 Владеть* навыками представления научных результатов исследования в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях и заявок на изобретенияШифр В(ПК-3)-2 |

 **Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, всего 72 часа, из которых 36 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (34 часа занятия лекционного типа, 2 часа мероприятия по аттестации), 36 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

Основные разделы курса:

Рассмотрение параметрических явлений в квазистационарном колебательном контуре с переменными емкостью и индуктивностью

На примерах точных решений проводится строгий анализ параметрических эффектов при распространении электромагнитной волны в среде с резким изменением диэлектрической проницаемости

Для случая плоских электромагнитных волн в среде как с временным, так и с пространственным изменением проницаемостей среды без дисперсии находится строгое решение в види рядов по переотраженным волнам. Для общего случая диспергирующей среды с плавно меняющимися параметрами развиваетя метод обобщенной геометрической оптики.

В качестве примера существенно диспергирующей среды рассматриваются волны в плазме с переменной концентрацией. Показывется, что при одинаковых дисперсионных свойствах преобразование амплитуд волн оказывается зависящим от конкретного механизма изменения электронной концентрации.

 Резонасные параметрические явления рассматриваются на примере, когда концентрация холодной плазмы периодически изменяется под воздействием плазменной волны.

|  |
| --- |
| Термодинамика и статистика неравновесных систем |

(наименование дисциплины (модуля))

**Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.**

Дисциплина «Термодинамика и статистика неравновесных систем» относится к числу профессиональных дисциплин, является дисциплиной выбора и изучается на 2 году обучения, в 4 семестре.

Освоение курса опирается на знания, умения, навыки и компетенции, сформированные на двух предшествующих уровнях образования. База для освоения данного курса: Теория вероятностей, Термодинамика и статистическая физика.

**Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) (компетенции).**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине**

|  |  |
| --- | --- |
| **Код формируемой компетенции** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций** |
| **ПК-1 Способность самостоятельно ставить научные задачи и формулировать новые идеи в области теории распространения волн** | *З1 Знать* классические и современные методы исследования и анализа термодинамических и статистических характеристик неравновесных макроскопических систем.*З2 Знать* методы критического анализа и оценки современных научных достижений в теории волн, а также методы комбинирования различных подходов при решении исследовательских и практических задач в теории неравновесных макроскопических систем.Шифр З(ПК-1)-1*У1 Уметь* выбирать и применять аналитические, аналитико-численные, экспериментальные методы исследования в соответствии с типом поставленной задачиШифр У(ПК-1)-1*У2 Уметь* самостоятельно формулировать новые научные задачи в области теории распространения волн в случайно-неоднородных средах и предполагаемые методы их решения исходя из тенденций развития науки в области теории волн и этапов профессионального ростаШифр У(ПК-1)-2*У3 Уметь* при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся математической формализации исходя из наличных ресурсов и ограничений Шифр У(ПК-1)-3*В1 Владеть* навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач в области теории неравновесных макроскопических систем.Шифр В(ПК-1)-1*В2 Владеть* навыками планирования профессиональной деятельности в сфере научных исследований Шифр В(ПК-1)-2*В3 Владеть* навыками самостоятельной постановки, критического переосмысления и решения новых задач в области теории неравновесных макроскопических систем; навыками использования современных средств вычислительной техники для расчетовШифр В(ПК-1)-3 |
| **ПК-2 Способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению новых научных результатов с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта**  | *З1 Знать* современное состояние теории неравновесных макроскопических систем.Шифр З(ПК-2)-1*З2 Знать* современные подходы к описанию и моделированию различных явлений в неравновесных макроскопических системах.Шифр З(ПК-2)-2*З3 Знать* требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданияхШифр З(ПК-2)-3*У1 Уметь* представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде публикаций в рецензируемых научных изданияхШифр У(ПК-2)-1*У2 Уметь* представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу Шифр У(ПК-2)-2*В1 Владеть* навыками моделирования (в т.ч. компьютерного) различных явлений в области теории распространения волн в случайных средах и оценки полученных результатовШифр В(ПК-2)-1*В2 Владеть* современными информационными и коммуникационными технологиями сбора теоретических и эмпирических данных, их анализа и представления полученных результатов исследования Шифр В(ПК-2)-2*В3 Владеть* методами планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по направленности РадиофизикаШифр В(ПК-2)-3 |
| **ПК-3 Способность к внедрению научных достижений и разработок в области радиофизики**  | *З1 Знать* нормативные документы для составления заявок, грантов, проектов НИРШифр З(ПК-3)-1*З2 Знать* требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданияхШифр З(ПК-3)-2*У1 Уметь* самостоятельно интерпретировать результаты научного исследованияШифр У(ПК-3)-1*У2 Уметь* оценивать границы применимости полученных результатов научногоисследования в области радиофизики и возможности их внедрения Шифр У(ПК-3)-2*У3 Уметь* готовить заявки на получение научных грантов и заключения контрактов по НИР в области радиофизикиШифр У(ПК-3)-3*У4 Уметь* представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу Шифр У(ПК-3)-4*В1 Владеть* навыками составления и подачи конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по направленности РадиофизикаШифр В(ПК-3) -1*В2 Владеть* навыками представления научных результатов исследования в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях и заявок на изобретенияШифр В(ПК-3)-2 |

 **Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

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.

Основные разделы курса:

Цели и задачи курса

Цепочка уравнений Боголюбова для неравновесных функций распределения.

Кинетическое уравнение самосогласованного поля.

Газокинетическое уравнение Больцмана

Стационарное решение уравнения Больцмана.

Кинетическая теория волн в плазме.

Вывод уравнений динамики сплошной среды из кинетического уравнения Больцмана

Уравнение непрерывности

Закон изменения плотности импульса.

Закон изменения плотности энергии.

Уравнение баланса энтропии.

Малые отклонения от равновесия.

Динамические и флуктуационные характеристики неравновесных систем

Статистический анализ

Функциональная форма флуктуационно-диссипационной теории

Соотношения симметрии

Статистическая структура уравнений переноса.

Теория флуктуаций и нелинейные физические модели

|  |
| --- |
| Физика высокочастотных и оптических разрядов |

(наименование дисциплины (модуля))

**Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.**

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.

**Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) (компетенции).**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине**

|  |  |
| --- | --- |
| **Код формируемой компетенции** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций** |
| *ПК-1*Способность самостоятельно ставить научные задачи и формулировать новые идеи в области радиофизики | *З(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;*У(ПК-1)-1* Уметь определять наиболее актуальные направления исследований;*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;*У(ПК-1)-3* Уметь при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений;*В(ПК-1)-1* Владеть навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;*В(ПК-1)-2* Владеть технологиями планирования профессиональной деятельности в сфере научных исследований;*В(ПК-1)-3* Владеть навыками самостоятельной постановки, критического переосмысления и решения новых задач в области радиофизики; навыками использования современных средств вычислительной техники для расчетов. |
| *ПК-2*Способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению новых научных результатов с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта | *З(ПК-2)-1* Знать современное состояние науки в области радиофизики;*З(ПК-2)-2* Знать современные подходы к моделированию различных явлений в области радиофизики и оценке полученных результатов;*У(ПК-2)-2* Уметь представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу;*В(ПК-2)-1* Владеть навыками моделирования различных явлений в области радиофизики и оценки полученных результатов;*В(ПК-2)-3* Владеть методами планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по направленности «Радиофизика». |
| *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 изданиях;*У(ПК-3)-1* Уметь самостоятельно интерпретировать результаты научного исследования;*У(ПК-3)-2* Уметьоценивать 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. |

 **Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, всего 108 часов, из которых 36 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (32 часа занятия лекционного типа, 4 часа мероприятия по аттестации), 72 часа составляет самостоятельная работа обучающегося.

Основные разделы курса:

Введение. Объемные элементарные процессы

Процессы переноса в газоразрядной плазме

Уравнения баланса частиц и энергии

Пробой газа в статических, высокочастотных и оптических полях

Электродинамика разряда в волновых электромагнитных пучках

Основные типы ионизационно-полевых неустойчивостей разряда

Механизмы преобразования спектров электромагнитного излучения при пробое

Использование оптических разрядов для генерации электромагнитного излучения в труднодоступных частотных диапазонах

Численные методы моделирования плазменно-полевых структур в высокочастотных и оптических разрядах на высокопроизводительных вычислительных системах

|  |
| --- |
| Локализация энергии в дискретных волновых системах |

(наименование дисциплины (модуля))

**Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.**

Дисциплина «Локализация энергии в дискретных волновых системах» относится к числу профессиональных дисциплин, является дисциплиной выбора основной образовательной программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре ННГУ и изучается на 3 году обучения, в 5 семестре.

Освоение курса опирается на знания, умения, навыки и компетенции, сформированные на двух предшествующих уровнях образования в результате освоения дисциплин «Теория колебаний», «Теоретическая механика».

**Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) (компетенции).**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине**

|  |  |
| --- | --- |
| **Код формируемой компетенции** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций** |
| ПК-1 | З(ПК-1)-1 Знать методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задачУ(ПК-1)-1 Уметь определять наиболее актуальные направления исследованийУ(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 ростаУ(ПК-1)-3 Уметь при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограниченийВ(ПК-1)-1 Владеть навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областяхВ(ПК-1)-2 Владеть технологиями планирования профессиональной деятельности в сфере научных исследованийВ(ПК-1)-3 Владеть навыками самостоятельной постановки, критического переосмысления и решения новых задач в области радиофизики; навыками использования современных средств вычислительной техники для расчетов |
| ПК-2 | З(ПК-2)-1 Знать современное состояние науки в области радиофизикиЗ(ПК-2)-2 Знать современные подходы к моделированию различных явлений в области радиофизики и оценке полученных результатовУ(ПК-2)-2 Уметь представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществуВ(ПК-2)-1 Владеть навыками моделирования различных явлений в области радиофизики и оценки полученных результатовВ(ПК-2)-2 Владеть современными информационными и коммуникационными технологиями сбора теоретических и эмпирических данных, их анализа и представления полученных результатов исследованияВ(ПК-2)-3 Владеть методами планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по направленности Радиофизика |
| ПК-3 | У(ПК-3)-1 Уметь самостоятельно интерпретировать результаты научного исследованияУ(ПК-3)-2 Уметь оценивать границы применимости полученных результатов научного исследования в области радиофизики и возможности их внедренияУ(ПК-3)-4 Уметь представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу |

 **Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, всего 108 часов, из которых 36 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (32 часа занятия лекционного типа, 4 часа мероприятия по аттестации), 72 часа составляет самостоятельная работа обучающегося (18 часов составляет выполнение лабораторной работы).

Основные разделы курса:

Динамика изолированного осциллятора

Динамика линейных цепочечных систем

Основные свойства дискретных бризеров в нелинейных цепочечных системах

Методы численного отыскания и конструктивное доказательство существования дискретных бризеров

Дискретное нелинейное уравнение Шрёдингера (ДНУШ)

Устойчивость бегущей волны в ДНУШ

Условия и характеристики модуляционной неустойчивости бегущей волны в ДНУШ

Лабораторная работа «Модуляционная неустойчивость и дискретные бризеры»

**Формы промежуточного контроля.**

1. Опрос

|  |
| --- |
| Спектроскопические методы в медико-биологических и экологических приложениях |

(наименование дисциплины (модуля))

**Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.**

Дисциплина «**Спектроскопические методы в медико-биологических и экологических приложениях»** относится к числу общеобразовательных дисциплин, является дисциплиной выбора и изучается на 3 году обучения, в 5 семестре.

Освоение курса опирается на знания, умения, навыки и компетенции, сформированные на двух предшествующих уровнях образования в рамках таких дисциплин, как общая физика, электродинамика, термодинамика, квантовая механика, квантовая электродинамика а также на владение математическим аппаратом, необходимым для понимания описания спектроскопических методов и подходов и их приложений в различных областях науки, в то числе для биологии и медицины.

**Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) (компетенции).**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине**

|  |  |
| --- | --- |
| **Код формируемой компетенции** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций** |
| *УК-1*Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях | *З(УК-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.Знать современное состояние и достижения в области спектроскопии и спектроскопических приложений, в том числе медицинских, биологических и экологических.*У(УК-1)-1* Уметь анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов.*У(УК-1)-2* Уметь при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений.Уметь проводить критический анализ и оценку современных научных достижений, генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач в области радиофизики, в том числе в междисциплинарных областях. *В(УК-1)-1* Владеть навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.Владеть основами современных методик спектроскопических измерений и применения их в различных приложениях, в том числе медико-биологических и экологических. |
| *ПК-2*Способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению новых научных результатов с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта | *З(ПК-2)-1* Знать современное состояние науки в области радиофизики.*З(ПК-2)-2* Современные подходы к моделированию различных явлений в области радиофизики и оценке полученных результатов.Знать совокупность физических принципов спектроскопии, физическую природу и законы взаимодействия излучения различных частотных диапазонов с разными средами.*У(ПК-2)-2* 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, квантовой механики, квантовой электродинамики, термодинамики и использовать соответствующий апробированный математический аппарат для решения конкретных физических задач.*В(ПК-2)-1* Владеть навыками моделирования различных явлений в области радиофизики и оценки полученных результатов.Владеть основами современных методик спектроскопических измерений и применения их в различных приложениях, в том числе медико-биологических и экологических. |
| *ПК-1*Способность самостоятельно ставить научные задачи и формулировать новые идеи в области радиофизики | *З(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.Знать совокупности основных физических принципов, закономерностей и методов исследования, составляющих фундамент современной спектроскопии.*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.Уметь самостоятельно ставить научные задачи и формулировать новые идеи в области радиофизики в области радиофизики.*В(ПК-1)-1* Владеть навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.Владеть основами современных методик спектроскопических измерений и применения их в различных приложениях, в том числе медико-биологических и экологических. |

 **Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, всего 108 часов, из которых 36 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (32 часа занятия лекционного типа, 4 часа мероприятия по аттестации), 72 часа составляет самостоятельная работа обучающегося.

Основные разделы курса:

Введение. Физические принципы спектроскопии, ее задачи и их актуальность

Особенности взаимодействия электромагнитного излучения различных диапазонов со средами разной природы.

Методика спектроскопических измерений.

Особенности построения спектрометров различных диапазонов

Микроволновые спектрометры.

Дистанционное зондирование атмосферы и земных покровов.

Примеры применения спектроскопических методов в медицинских и биологических приложениях

|  |
| --- |
| Голография |

(наименование дисциплины (модуля))

**Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.**

Дисциплина «Голография» относится к числу профессиональных дисциплин, является дисциплиной выбора и изучается на 3 году обучения, в осеннем семестре.

Освоение курса опирается на знания, умения, навыки и компетенции, сформированные на двух предшествующих уровнях образования: как база для обучения по данному курсу необходимо освоение таких дисциплин, как Колебания и волны, оптика (Модуль Общая физика), Электродинамика, Методы оптических измерений.

**Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) (компетенции).**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине**

|  |  |
| --- | --- |
| **Код формируемой компетенции** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций** |
| *УК-1* | *З1 Знать современные научные достижения голографии* |
| *У1 Уметь выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах* |
| *В1 Владеть навыками выбора методов и средств решения задач исследования* |
| *ОПК-1* |  *З(ОПК-1)-1 Знать современные способы использования информационных технологий в цифровой голографии* |
| *У(ОПК-1)-1 Уметь выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования* |
| *В(ОПК-1)-2 Владеть навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов* |
| *ОПК-2* | *З(ОПК-2)-1 Знать нормативно-правовые основы преподавательской деятельности в системе высшего образования*  |
| *З(ОПК-2)-2 Знать требования к квалификационным работам бакалавров, специалистов, магистров*  |
| *У(ОПК-2)-1 Уметь осуществлять отбор и использовать оптимальные методы преподавания* |
| *У(ОПК-2)-2 Уметь курировать выполнение квалификационных работ бакалавров, специалистов, магистров*  |
|  *В(ОПК-2)-1 Владеть технологией проектирования образовательного процесса на уровне высшего образования* |
| *ПК-2* | *З(ПК-2)-1 Знать современное состояние науки в области голографии* |
| *З(ПК-2)-3 Знать требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях* |
| *У(ПК-2)-1 Уметь представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях*  |
| *У(ПК-2)-1 Уметь представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях* |
| *В(ПК-2)-2 Владеть современными информационными технологиями сбора теоретических и эмпирических данных, их анализа и представления полученных результатов исследования*  |
| *В(ПК-2)-3 Владеть методами планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций в области голографии* |

 **Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, всего 108 часов, из которых 36 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (32 часа занятия лекционного типа, 4 часа мероприятия по аттестации), 72 часа составляет самостоятельная работа обучающегося.

Основные разделы курса:

Распространение оптических волн в свободном пространстве.

Прохождение сигналов и формирование изображений в оптических системах.

Основные уравнения голографии.

Основные типы голограмм.

Анализ плоских голограмм.

Рельефные и объемные голограммы

Практические аспекты оптической голографии.

Отдельные вопросы современной голографии.

|  |
| --- |
| «Взаимодействие высокочастотных электромагнитных волн с магнитоактивной столкновительной плазмой (ионосферой)» |

(наименование дисциплины (модуля))

**Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.**

Дисциплина «Взаимодействие высокочастотных электромагнитных волн с магнитоактивной столкновительной плазмой (ионосферой)» относится к числу профессиональных дисциплин, является дисциплиной выбора и изучается на 3 году обучения, в 6 семестре.

Изучение дисциплины базируется на дисциплинах основной образовательной программы бакалавра по направлению подготовки Радиофизика и магистерской программы «Электромагнитные волны в средах» по направлению подготовки Радиофизика

Освоение курса опирается на знания, умения, навыки и компетенции, сформированные на двух предшествующих уровнях образования. База для освоения данного курса: Математический анализ, Дифференциальные уравнения, Методы математической физики,, Электродинамика, Теория колебаний, Физика волновых процессов, Статистическая радиофизика, Электромагнитные волны в плазме, Нелинейные эффекты в плазме.

**Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) (компетенции).**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине**

|  |  |
| --- | --- |
| **Код формируемой компетенции** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций** |
| **ПК-1 Способность самостоятельно ставить научные задачи и формулировать новые идеи в области теории распространения волн** | *З1 Знать* экспериментальные методы исследований и взаимодействия мощного высокочастотного электромагнитного излучения с магнитоактивной плазмой.Шифр З(ПК-1)-1 *З2 Знать* методы критического анализа и оценки современных научных достижений в области исследований взаимодействия мощных радиоволн с ионосферой Земли, методы одновременного (комплексного) использования различных диагностических средств для исследования явлений, происходящих в возмущенной области ионосферы. Шифр З(ПК-1)-2 *У1 Уметь* выбирать и применять адекватные экспериментальные методы и методы анализа полученных экспериментальных данных в соответствии с типом поставленной задачи.Шифр У(ПК-1)-1 *У2 Уметь* самостоятельно формулировать новые научные (экспериментальные и теоретические) задачи в области исследований взаимодействия мощных радиоволн различных диапазонов с ионосферой и магнитосферой Земли и предполагаемые методы их решения исходя из тенденций развития науки в этой области и этапов профессионального роста.Шифр У(ПК-1)-2 *У3 Уметь* при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся экспериментальной проверке и теоретической (математической) формализации исходя из наличных ресурсов и ограничений. Шифр У(ПК-1)-3 *В1 Владеть* навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач в области взаимодействия мощного высокочастотного электромагнитного излучения с магнитоактивной плазмой. Шифр В(ПК-1)-1 *В2 Владеть* навыками планирования профессиональной деятельности в сфере научных исследований. Шифр В(ПК-1)-2 *В3 Владеть* навыками самостоятельной постановки, критического переосмысления и решения новых задач в области взаимодействия мощного высокочастотного электромагнитного излучения с ионосферой, навыками использования современных средств вычислительной техники для регистрации а анализа полученных данных эксперимента.Шифр В(ПК-1)-3  |
| **ПК-2 Способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению новых научных результатов с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта**  | *З1 Знать* современное состояние теории распространения электромагнитных волн в ионосфере и магнитосфере, теории нелинейного взаимодействия мощного высокочастотного электромагнитного излучения с магнитоактивной плазмой.Шифр З(ПК-2)-1 *З2 Знать* современные подходы к описанию и моделированию различных происходящих в ионосфере и магнитосфере под действием мощных радиоволн, и оценке полученных результатов.Шифр З(ПК-2)-2 *З3 Знать* требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях.Шифр З(ПК-2)-3 *У1 Уметь* представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях.Шифр У(ПК-2)-1 *У2 Уметь* представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу. Шифр У(ПК-2)-2 *В1 Владеть* навыками моделирования (в т.ч. компьютерного) различных явлений, происходящих в возмущенной мощным радиоизлучением области ионосферы.Шифр В(ПК-2)-1 *В2 Владеть* современными информационными и коммуникационными технологиями получения теоретических и эмпирических данных, их анализа и представления полученных результатов исследования. Шифр В(ПК-2)-2*В3 Владеть* методами планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по направлению РадиофизикаШифр В(ПК-2)-3 |
| **ПК-3 Способность к внедрению научных достижений и разработок в области радиофизики**  | *З1 Знать* нормативные документы для составления заявок, грантов, проектов НИРШифр З(ПК-3)-1*З2 Знать* требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданияхШифр З(ПК-3)-2*У1 Уметь* самостоятельно интерпретировать результаты научного исследованияШифр У(ПК-3)-1*У2 Уметь* оценивать границы применимости полученных результатов научногоисследования в области радиофизики и возможности их внедрения Шифр У(ПК-3)-2*У3 Уметь* готовить заявки на получение научных грантов и заключения контрактов по НИР в области радиофизикиШифр У(ПК-3)-3*У4 Уметь* представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу Шифр У(ПК-3)-4*В1 Владеть* навыками составления и подачи конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по направленности РадиофизикаШифр В(ПК-3) -1*В2 Владеть* навыками представления научных результатов исследования в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях и заявок на изобретенияШифр В(ПК-3)-2 |

 **Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, всего 72 часа, из которых 36 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (34 часа занятия лекционного типа, 2 часа мероприятия по аттестации), 36 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

Основные разделы курса:

Задачи, возникающие при распространении в ионосфере мощных радиоволн. Краткая характеристика существующих установок по экспериментальному исследованию взаимодействия мощных радиоволн с ионосферой.

 Физическая природа нелинейных явлений в ионосферной плазме

Структура ионосферы. Нормальные волны в магнитоактивной плазме.

Общая характеристика искусственной ионосферной турбулентности F-области ионосферы.

Стрикционная параметрическая неустойчивость. вблизи точки отражения волны накачки.

Тепловая параметрическая неустойчивость в области верхнего гибридного резонанса волны накачки.

Ускорение электронов продольными волнами.

Физические процессы, влияющие на оптическое свечение ночной ионосферы и на ионизацию нейтральной компоненты при возднйствии мощными радиоволнами.

Радиозондирование возмущенной области ионосферы

Искусственное радиоизлучение ионосферы (ИРИ).

Искусственное оптическое свечение и дополнительная ионизация ионосферной плазмы.

Тепловые нелинейные эффекты в нижней ионосфере.

|  |
| --- |
| Компьютерное моделирование электромагнитных процессов |

(наименование дисциплины (модуля))

**Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.**

Дисциплина «Компьютерное моделирование электромагнитных процессов» относится к числу профессиональных дисциплин, является дисциплиной выбора и изучается на 3 году обучения, в 6 семестре.

Изучение данной дисциплины базируется на дисциплинах, освоенных на предыдущих уровнях обучения: «Электродинамика», «Распространение электромагнитных волн», «Алгоритмы и языки программирования».

Для освоения учебной дисциплины, обучающиеся должны владеть следующими знаниями и компетенциями, сформированные на двух предшествующих уровнях образования:

- знать теоретические и практические основы электродинамики и распространения электромагнитных волн;

- иметь навыки программирования на языках высокого уровня;

- владеть численными методами решения задач.

**Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) (компетенции).**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине**

|  |  |
| --- | --- |
| **Код формируемой компетенции** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций** |
| **ОПК-1**  | *З1 Знать современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности**У1 Уметь выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования**В1 Владеть навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов*  |
| **ПК-1** | *З1 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**У1 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**В1 навыками самостоятельной постановки, критического переосмысления и решения новых задач в области радиофизики; навыками использования современных средств вычислительной техники для расчетов* |
| **ПК-2** | *З1 Знать современное состояние науки в области радиофизики**З2 Знать современные подходы к моделированию различных явлений в области радиофизики и оценке полученных результатов**У1 Уметь представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу* *В1 Владеть навыками моделирования**различных явлений в области радиофизики и оценки полученных результатов**В2 Владеть современными информационными и коммуникационными технологиями сбора теоретических и эмпирических данных, их анализа и представления полученных результатов исследования* |

 **Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, всего 108 часов, из которых 36 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (34 часа занятия лекционного типа, 2 часа мероприятия по аттестации), 72 часа составляет самостоятельная работа обучающегося.

Основные разделы курса:

Методы компьютерного моделирования электромагнитных процессов

Принципы создания программного кода для решения электромагнитных задач

Основы распараллеливания программного кода для увеличения эффективности вычислений

Свободно распространяемое и коммерческое программное обеспечение для моделирования электромагнитных процессов

**Формы промежуточного контроля.**

Контроль самостоятельной работы обучающихся проводится путем оценки докладов обучающихся.

|  |
| --- |
| Конструктивная роль шума в нелинейных неравновесных системах |

(наименование дисциплины (модуля))

**Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.**

Дисциплина “Конструктивная роль шума в нелинейных неравновесных системах” относится к числу профессиональных дисциплин, является дисциплиной выбора и изучается на 3-ом году обучения, в 6-ом семестре.

Освоение курса опирается на знания, умения, навыки и компетенции, сформированные на двух предшествующих уровнях образования в результате освоения курсов: “Теория вероятностей и математическая статистика”, “Статистическая радиофизика”, “Термодинамика и статистическая физика”, “Термодинамика и статистика неравновесных систем”, “Функциональные методы анализа стохастических систем”.

**Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) (компетенции).**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине**

|  |  |
| --- | --- |
| **Код формируемой компетенции** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций** |
| *ОПК-1* | *З(ОПК-1)-1 Знать* *современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности**У(ОПК-1)-1 Уметь* *выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования**В(ОПК-1)-1 Владеть* *навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз банных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований* |
| *ПК-1* | *З(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**В(ПК-1)-1 Владеть* *навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях* |
| *ПК-2* | *З(ПК-2)-2 Знать* *современные подходы к моделированию различных явлений в области радиофизики и оценке полученных результатов**В(ПК-2)-1 Владеть* *навыками моделирования различных явлений в области радиофизики и оценки полученных результатов* |

 **Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, всего 108 часов, из которых 36 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (32 часа занятия лекционного типа, 4 часа мероприятия по аттестации), 72 часа составляет самостоятельная работа обучающегося.

Основные разделы курса:

Современное состояние исследований нелинейных динамических систем

История открытия эффекта стохастического резонанса (СР), его приложения

Методы анализа СР: двухуровневое приближение, теория линейного отклика

Нелинейный режим СР: теория, численные результаты

Явление резонансной активации

Задержка шумом распада метастабильных состояний

Рэтчет-эффект, связь со вторым законом термодинамики

Броуновские моторы, их биологические приложения

Аномальная диффузия и методы ее математического описания