**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

**Лазерная физика (01.04.21)**

Квалификация

***Исследователь. Преподаватель-исследователь***

Форма обучения

***Очная***

Нижний Новгород

2015

|  |
| --- |
| Аттосекундная физика |

(наименование дисциплины (модуля))

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

Дисциплина Аттосекундная физика 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 в результате освоения курсов общей физики, математического анализа, дифференциальных уравнений, колебаний и волн, оптики, электродинамики, квантовой теории, специальной теории относительности, колебаний и волн в плазменных средах и специальных курсов, относящихся к лазерной физике.

**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 | З1 Знать основные принципы получения, измерения и применения аттосекундных световых импульсовВ1 Владеть современными теоретическими и экспериментальными методами исследований сверхбыстрых процессов в веществе |
| ПК-2 | З1 Знать современное состояние исследований в области аттосекундной физикиУ1 Уметь определять наиболее актуальные направления исследований взаимодействия ультракоротких световых импульсов с веществом |
| ПК-5 | З1 Знать основную учебную литературу по генерации и измерению ультракоротких световых импульсов и их взаимодействию с веществом В1 Владеть навыками планирования лекций по современным проблемам физики сильных лазерных полей и сверхбыстрых процессов |
| УК-1 | З1 Знать методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области генерации ультракоротких световых импульсов и их применений в физике, химии, биологии и материаловеденииУ1 Уметь при решении исследовательских и практических задач в области генерации ультракоротких световых импульсов и их применений генерировать новые идеи с учетом наличных ресурсов и ограниченийВ1 Владеть навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач в области генерации ультракоротких световых импульсов и их применений в различных областях науки и техники |
| ОПК-1 | У1 Уметь выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования, актуальные для решения современных задач физики сильных лазерных полей и сверхбыстрых процессовВ1 Владеть навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов с применением современных методов исследования, используемых в аттосекундной физике |

 **Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, всего 108 часов, из которых 36 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (18 часов – занятия лекционного типа, 18 часов занятия семинарского типа (семинары и научно-практические занятия)), 72 часа составляет самостоятельная работа обучающегося.

Основные разделы курса:

Ионизационные процессы в газах в интенсивном лазерном поле

Генерация гармоник высокого порядка (ГГВП) лазерного излучения в газах

Факторы, определяющие свойства высоких гармоник лазерного излучения, генерируемых в газах

Генерация аттосекундных импульсов при ГГВП в газах

Другие методы получения аттосекундных импульсов

Методы измерения характеристик аттосекундных импульсов

Измерения сверхбыстрых процессов с аттосекундным временным разрешением

**Формы промежуточного контроля.**

1. Устный опрос

|  |
| --- |
| Голография |

(наименование дисциплины (модуля))

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

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

В рамках курса рассматривается волновое представление света, изучается радиооптический подход к распространению электро-магнитных волн, применяется теория систем и преобразований в оптике для анализа и расчета голографических схем, происходит знакомство с современными методами и направлениями голографии.

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).**

Целью курса является:

* сформировать представления о спектральном подходе к анализу электромагнитного излучения оптического диапазона и овладение современными методами анализа пространственных спектров оптических полей;
* изучить методы, системы и устройства голографической записи, хранения и восстановления информации и изображений, оптических измерений;
* выработать практические навыки расчета и конструирования оптических процессоров и голографических схем.

Выпускник, освоивший программу, должен обладать следующими профессиональными компетенциями:

* способностью выполнять научно-исследовательские работы и получать новые научные результаты в области лазерной физики в составе научной группы (ПК-1)
* способностью представлять полученные результаты научному сообществу и – в доступной форме – широкой общественности (ПК-3)
* способностью разрабатывать учебные курсы для студентов и аспирантов по лазерной физике (ПК-5).

**Планируемые результаты обучения по дисциплине**

|  |  |
| --- | --- |
| **Код формируемой компетенции** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций** |
| *ПК-1* | *Знать:* основные различия временных и пространственных частот; этапы и операции обработки оптических полей; общие принципы оптической обработки информации; методы и средства голографической записи, хранения, обработки и восстановления изображений; основы техники голографии.*Уметь:* рассчитывать голографические схемы и производить их экспериментальную реализацию *Владеть:* навыками экспериментальной работы с оптическими элементами, расчета и сборки схем голографической регистрации и оптических процессоров. |
| *ПК-3* | *Знать* требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях*Уметь* представлять результаты исследований в виде публикаций в научных изданиях*Владеть н*авыками представления докладов и ведения научной дискуссии на русском и английском языках |
| *ПК-5* | *Знать* современное состояние науки в различных областях голографии;основную учебную литературу по голографии в стране и мире;*Уметь* разрабатывать оригинальные программы учебных дисциплин (модулей) по голографии применительно к научной направленности студентов и аспирантов*Владеть* навыками планирования лекций, современными педагогическими методиками. |

 **Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, всего 108 часов, из которых 36 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (18 часов - занятия лекционного типа, 18 часов - занятия семинарского типа (научно-практические занятия)), 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.

**Формы промежуточного контроля.**

1. Устный опрос
2. Решение задач.
3. Проверка умения составления и расчета схем.

|  |
| --- |
| Компьютерное моделирование оптических процессов |

(наименование дисциплины (модуля))

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

Дисциплина «Компьютерное моделирование оптических процессов» относится к числу профессиональных дисциплин, является дисциплиной выбора и изучается на 2 году обучения, в 4 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 основные концепции современной лазерной физики**У1 Уметь работать на современном оптическом и измерительном оборудовании**В1 Владеть современными теоретическими и экспериментальными методами исследований**В2 Владеть навыками чтения и восприятия научной литературы на английском языке* |
| **ПК-2** | *З1 Знать современное состояние исследований в области лазерной физики**У1 Уметь определять наиболее актуальные направления исследований**В1 Владеть навыками формулирования задач для членов исследовательской группы* |

 **Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, всего 108 часов, из которых 36 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (18 часов - занятия лекционного типа и 18 часов - занятия семинарского типа (научно-практические занятия)), 72 часа составляет самостоятельная работа обучающегося.

Основные разделы курса:

Методы компьютерного моделирования оптических процессов

Принципы создания программного кода для решения оптических задач

Основы распараллеливания программного кода для увеличения эффективности вычислений

Свободно распространяемое и коммерческое программное обеспечение для моделирования оптических процессов

**Формы промежуточного контроля.**

1. Выполнение практического задания

|  |
| --- |
| Лазерная флуоресцентная микроскопия |

(наименование дисциплины (модуля))

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

Дисциплина «Лазерная флуоресцентная микроскопия» относится к числу профессиональных дисциплин, является дисциплиной выбора и изучается на 2 году обучения, в 4 семестре.

В рамках курса рассматривается распространение света в линзовых системах, физические принципы флуоресцентной микроскопии, устройство и особенности различных типов микроскопов, применения лазерной флуоресцентной микроскопии.

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, Атомная и ядерная физика (Модуль Общая физика), Квантовая механика, Квантовая радиофизика, Лазерная спектроскопия, Оптические методы в нейробиологии, Оптические методы диагностики биотканей.

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

Целями освоения дисциплины «Лазерная флуоресцентная микроскопия» являются:

* формирование у студентов представления о распространении света в оптических система, особенностей лазерного излучения и флуоресценции;
* изучение методов, систем и устройств получения изображений и оптических измерений методами микроскопии, в т.ч. флуоресцентной;
* выработка у студентов практических навыков настройки, получения изображений и проведения измерений с помощью микроскопов, в т.ч. флуоресцентных и конфокальных.

Выпускник, освоивший программу, должен обладать следующими профессиональными компетенциями:

* способностью выполнять научно-исследовательские работы и получать новые научные результаты в области лазерной физики в составе научной группы (ПК-1)
* способностью представлять полученные результаты научному сообществу и – в доступной форме – широкой общественности (ПК-3)

**Планируемые результаты обучения по дисциплине**

|  |  |
| --- | --- |
| **Код формируемой компетенции** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций** |
| *ПК-1* | *Знать:* основные характеристики различных микроскопов; общие принципы оптической (в т.ч. флуоресцентной) микроскопии; методы и средства получения микроскопических изображений и измерений.*Уметь:* производить настройку микроскопов и оптимизацию их параметров.Владеть: навыками работы с микроскопами, получения микроскопических изображений, проведения измерений и сохранения и обработки результатов. |
| *ПК-3* | *Знать* требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях*Уметь* представлять результаты исследований в виде публикаций в научных изданиях*Владеть н*авыками представления докладов и ведения научной дискуссии на русском и английском языках |

 **Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, всего 108 часов, из которых 36 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (18 часов - занятия лекционного типа и 18 часов - занятия семинарского типа (научно-практические занятия)), 72 часа составляет самостоятельная работа обучающегося.

Основные разделы курса:

Свет. Свет как волна.

Распространение света в свободном пространстве и оптических системах.

Микроскоп как оптическая система.

Способы освещения объекта и формирования изображения.

Способы контрастирования

Флуоресцентная микроскопия.

Конфокальная микроскопия

Методы сверхвысокого разрешения в микроскопии

**Формы промежуточного контроля.**

1. Решение задач
2. Устный опрос
3. Проверка знания методик и умения настройки

|  |
| --- |
| Методы лазерной спектроскопии |

(наименование дисциплины (модуля))

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

Дисциплина «Методы лазерной спектроскопия» 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 в рамках изучения курсов «Электродинамика», «Квантовая радиофизика», «Методы радиофизических измерений» и «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* | ЗНАТЬ: основы теории спектральных приборов и их устройств; основные определения и понятия классической спектроскопии; причины ограничения пороговой чувствительности методов; принципы методов двойного резонанса; принципы бездоплеровской спектроскопии.УМЕТЬ: пользоваться основными типами оптических спектральных анализаторов; проводить анализ оптических систем обработки спектральных данных. |
| *ПК-2* | ЗНАТЬ: основные методы, применяемые в современных системах абсорбционной, люминесцентной, акустооптической спектроскопии, ограниченной доплеровским уширением; тенденции использования полупроводниковых лазеров в современных системах инфракрасного диапазона; современную приборную и элементную базу, используемую в лазерной спектроскопии и системах анализа спектральных данных.УМЕТЬ: применять методы расчета основных характеристик приборов спектрального анализа. |

 **Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, всего 108 часов, из которых 36 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (18 часов - занятия лекционного типа и 18 часов - занятия семинарского типа (семинары и научно-практические занятия)), 72 часа составляет самостоятельная работа обучающегося.

Основные разделы курса:

Введение. Использование лазерных источников в спектральном анализе

Внутрирезонаторная спектроскопия

Оптогальваническая и ионизационная спектроскопия

Оптико-акустический метод

Флуоресцентная спектроскопия

Методы двойного резонанса

Бездоплеровская спектроскопия

**Формы промежуточного контроля.**

1. Контрольные вопросы по теме

|  |
| --- |
| Методы оптических измерений |

(наименование дисциплины (модуля))

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

Дисциплина «Методы оптических измерений» относится к числу профессиональных дисциплин, является дисциплиной выбора и изучается на 2-ом году обучения, в 3-ем семестре.

Освоение курса опирается на знания, умения, навыки и компетенции, сформированные на двух предшествующих уровнях образования в рамках изучения курсов «Электродинамика», «Квантовая радиофизика», «Твердотельная электроника», входящих в учебный план подготовки бакалавров по направлению «Радиофизика», а также магистерского курса «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-1* | ЗНАТЬ: основы теории спектральных приборов и их устройств.методы измерения длин волн УФ, видимого и ближнего ИК диапазонов спектра;основные определения и понятия классической спектроскопии.УМЕТЬ: пользоваться основными типами оптических измерительных приборов;проводить анализ оптических систем передачи и обработки информации. |
| *ПК-2* | ЗНАТЬ: современную приборную и элементную базу, используемую в лазерной физике и оптических измерительных системах;физические принципы формирования устройств квантовой электроники, применяемых в современных информационных системах.УМЕТЬ: применять методы расчета основных характеристик спектральных приборов. |

 **Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, всего 108 часов, из которых 36 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (18 часов - занятия лекционного типа и 18 часов - занятия семинарского типа (семинары и научно-практические занятия)), 72 часа составляет самостоятельная работа обучающегося.

Основные разделы курса:

Временные и пространственные спектры излучения. Классификация спектров.

Параметры оптических спектральных линий.

Дисперсионные и дифракционные измерители оптического спектра

Интерферометрические измерения в оптике.

Измерения оптических параметров излучения и характеристик оптических сред.

Регистрация спектров

Лазерная спектроскопия высокого разрешения

Естественные пределы при измерении спектров

**Формы промежуточного контроля.**

1. Устный опрос

|  |
| --- |
|  Мощные лазерные системы |

(наименование дисциплины (модуля))

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

Дисциплина «Мощные лазерные системы» 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. Содержание дисциплины базируется на знаниях, приобретенных в курсах общей физики, электродинамики, квантовой электроники и фемтосекундной оптики.

**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* основные методы научно-исследовательской деятельности.*У1 Уметь* выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника.*В1 Владеть* навыками анализа и систематизации информации по лазерной физике; навыками выбора методов и средств решения экспериментальных задач с использованием сверхмощных лазерных систем*.* |
| *УК-3* | *З3 Знать* особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на основе знакомства с русско- и англоязычной литературой по лазерной физике.*У3 Уметь* анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач в области физики лазеров.*В3 Владеть* навыками анализа проблем, в том числе междисциплинарного характера возникающих при использовании современных лазерных систем. |
| *ОПК-1* | *З1 Знать* цели и задачи научных исследований, направленных на создание сверхмощных лазерных систем, базовые принципы их устройства, а также методы их создания; лаборатории, в которых построены и создаются сверхмощные лазерные системы.*У1 Уметь* осуществлять выбор схем построения лазерных систем, планировать элементную базу установок, предлагать методы исследования с использованием сверхмощных лазерных систем, проводить исследования по согласованному с руководителем плану, а также представлять полученные результаты.*В1 Владеть* систематическими знаниями по классификации, областям применения сверхмощных лазерных систем; базовыми навыками проведения научно-исследовательских работ с использованием лазерного излучения. |
| *ПК-1* | *З1 Знать* базовые разделы современной лазерной физики.*У1 Уметь* проводить расчеты и оценки, необходимые при создании лазерных систем, пользоваться основными измерительными приборами.*В1 Владеть* терминологией, применяемой в области лазерной физики как русскоязычной, так и англоязычной, навыками использования ресурсов интернета для поиска информации, необходимой для работы с лазерными системами. |
| *ПК-2* | *З2 Знать* исторические основы и современное состояние исследований в области лазерной физики.*У2 Уметь* выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах по лазерной тематике. |

 **Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, всего 108 часов, из которых 36 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (18 часов – занятия лекционного типа, 18 часов занятия семинарского типа (семинары и научно-практические занятия)), 72 часа составляет самостоятельная работа обучающегося.

Основные разделы курса:

Элементы лазерных установок.

Принцип получения сверхмощного лазерного излучения.

Устройство мощных лазерных систем.

**Формы промежуточного контроля.**

1. Устный опрос

|  |
| --- |
| Нелинейная оптика |

(наименование дисциплины (модуля))

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

Дисциплина **«**Нелинейная оптика» относится к числу профессиональных дисциплин, является дисциплиной выбора и изучается на 2 году обучения в 3 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 компетенций (**ПК-1; ПК-2** и **УК-1**), которые они должны иметь после окончания обучения в аспирантуре по направленности **01.04.21 – «Лазерная физика»**. 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 лазерной физики; основные методы научно-исследовательской деятельности; 2) фундаментальные основы лазерной физики и специальных дисциплин; основные принципы и способы организации научного исследования в области лазерной физики; 3) основные подходы к интерпретации и оценке результатов научного исследования; **должен *уметь:***  1) выявлять и формулировать проблемы в области лазерной физики, 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 лазерной физики; базовыми информационными и коммуникационными технологиями, применяемыми для проведения исследования в области лазерной физики 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.

**Планируемые результаты обучения по дисциплине**

|  |  |
| --- | --- |
| **Код формируемой компетенции** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций** |
| *ПК-1–* **Способность выполнять научно-иссле-довательские работы и получать новые научные результаты в области лазерной физики в составе научной группы**  | *З1 Знать* Базовые разделы высшей математики, включая методы решения нелинейных уравнений в частных производных. *З2 Знать* Базовые разделы теоретической и лазерной физики, включая законы взаимодействия интенсивного многочастотного излучения с веществом в консервативных диэлектриках с квадратичной и кубичной нелинейностями, в резонансных средах, в средах с наличием комбинационного рассеяния и рассеяния Мандельштама-Бриллюэна. *У1 Уметь* Проводить основные математические преобразования и, в частности, расчёты направлений синхронизма в разных нелинейных кристаллах для создания экспериментальной возможности получения второй гармоники частоты лазерного излучения.  *У2 Уметь* Пользоваться основными измерительными приборами и, в частности, проводить измерения на экспериментальной установке обращения волнового фронта излучения лазера на стекле с примесью Nd3+ и на установке по измерению параметров тепловой линзы, образующейся в рабочем кристалле в процессе генерации рубинового лазера. В1. *Владеть*: Современными теоретическими и экспериментальными методами исследований, включая методы отыскания базисных (точных) решений нелинейных уравнений в частных производных для описания распространения интенсивного электромагнитного излучения в различных средах (диэлектриках, плазме, ферритах и др.).*В1 Владеть* Базовым уровнем английского языка и навыками использования ресурсов интернета для реализации возможности изучать наиболее свежие научно-технические достижения в области лазерной физики по рекомендованным публикациям иностранных и отечественных издательств, которые имеются в фонде и в Интернет-ресурсах (в znanium.com и в *электронной библиотеке*) ФБ ННГУ, с целью использования в своей и коллективной научной деятельности. |
| *ПК-2 –* **Способность самостоятельно ставить научные задачи и формулировать новые идеи в области лазерной физики** | *З1. Знать* Основы лазерной физики, включая вопросы генерации лазерного излучения, имеющего различные (спектральные, поляризационные и энергетические) характеристики и формы пространственно-временной реализации, а также вопросы преобразования лазерного излучения с помощью разнообразных нелинейно-оптических устройств и применения лазерного излучения в научных исследованиях, технике и медицине. *У1. Уметь* Выделять в научных текстах и систематизировать основные идеи с целью разработки новых лазерных систем и нелинейно-оптических устройств, обладающих экстремально высокими параметрами и характеристиками.*В1. Владеть* Базовым уровнем английского языка и навыками использования ресурсов интернетадля формированияфундаментального портфолио по выбранному направлению решения научной задачи с помощью анализа публикаций, представленных в фондах и в Интернет-ресурсах (в znanium.com и в *электронной библиотеке*) ФБ ННГУ  |
| *УК-1 –* **Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических за-дач, в том числе в междисциплинарных областях** | *З1. Знать* Основные методы научно-исследовательской деятельности и обусловленные ими методы критического анализа и оценки современных научных достижений (оценки приближений, использованных при теоретическом описании явлений, и оценки точности измерений параметров экспериментально наблюдаемых эффектов), а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в нелинейной оптике, других разделах лазерной физики и в междисциплинарных областях. *У1. Уметь* Анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач в нелинейной оптике (и других разделах лазерной физики) и оценивать потенциальные достижения (выигрыши/проигрыши) в случае реализации этих вариантов.*В1. Владеть* Навыками критического анализа и оценки современных научных достижений в нелинейной оптике и лазерной физике, включая результатов деятельности по созданию приборов для исследовательских работ и для использования в технике, медицине и т.д., , в том числе в междисциплинарных областях физики.  |

**Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

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

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

|  |
| --- |
| Терагерцовая оптика |

(наименование дисциплины (модуля))

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

Дисциплина "Терагерцовая оптика" 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 в курсах математического анализа, дифференциальных уравнений, общей физики, электродинамики, фемтосекундной оптики.

**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* | *З1 Знать* Основные концепции современной лазерной физики и нелинейной оптики*У1 Уметь* Работать на современном оптическом, лазерном и измерительном оборудовании, включая фемтосекундные лазеры, средства измерения параметров лазерных импульсов, терагерцовые спектрометры*В1 Владеть* Современными теоретическими и экспериментальными методами исследований в области оптики и лазерной физики |
| *ПК-2* | *З1 Знать* Современное состояние исследований в области лазерной физики, нелинейной оптики, а также по терагерцовой тематике*У1 Уметь* Определять наиболее актуальные направления исследований*В1 Владеть* Навыками формулирования задач для членов исследовательской группы |

**Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, всего 108 часов, из которых 36 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (18 часов – занятия лекционного типа, 18 – часов занятия семинарского типа (семинары и научно-практические занятия)), 72 часа составляет самостоятельная работа обучающегося.

Основные разделы курса:

Источники и приемники терагерцового излучения

Генерация и детектирование терагерцового излучения ультракороткими лазерными импульсами

Терагерцовая спектроскопия во временной области и терагерцовый имиджинг

Практическое руководство по созданию и настройке терагерцовой спектроскопической схемы

**Формы промежуточного контроля.**

1. Обзорный доклад; доклад на выбранную тему
2. Домашнее задание: аналитическое решение задачи генерации/регистрации терагерцового излучения
3. Домашнее задание: численные оценки величин

|  |
| --- |
| Техника и методика терагерцового эксперимента |

(наименование дисциплины (модуля))

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

Дисциплина Техника и методика терагерцового эксперимента 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. Базой для обучения по данному курсу являются следующие дисциплины: общая физика, электродинамика, фемтосекундная оптика, генерация и регистрация терагерцового излучения ультракороткими лазерными импульсами и программирование в среде Labview и Matlab.

**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* | *У1 УМЕТЬ:* анализировать возможные способы решения исследовательских и практических задач при подготовке к проведению терагерцового эксперимента. |
| *ПК-1* | *З1 ЗНАТЬ:* Основные концепции современной лазерной физики, в том числе принципы генерации и детектирования терагерцового излучения. *У1 УМЕТЬ:* Работать на терагерцовом спектрометре и пользоваться современными средствами измерений основных параметров терагерцового излучения.*В1 ВЛАДЕТЬ:* Современными теоретическими и экспериментальными методами исследований в области терагерцовых технологий.*В2 ВЛАДЕТЬ:* Навыками чтения и восприятия научной литературы на английском языке. |
| *ПК-2* | *З1 ЗНАТЬ:* Современное состояние исследований в области методов генерации и детектирования терагерцового излучения. |

**Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, всего 108 часов, из которых 36 часов - контактная работа обучающегося с преподавателем (18 часов - занятия лекционного типа и 18 часов - занятия семинарского типа (научно-практические занятия)) и 72 часа - самостоятельная работа обучающегося.

Основные разделы курса:

Обзор методов генерации терагерцового излучения

Коллинеарная синхронная генерация терагерцового излучения в электрооптических кристаллах

Черенковская схема генерации терагерцового излучения

Генерация терагерцового излучения импульсами с наклонным фронтом интенсивности

Обзор методов детектирования импульсного терагерцового излучения

Детектирование терагерцового излучения в условиях коллинеарного синхронизма

Детектирование терагерцового излучения в условиях неколлинеарного синхронизма

Настройка и юстировка терагерцового спектрометра и системы имиджинга

**Формы промежуточного контроля.**

1. Устный опрос
2. Выполнение контрольных заданий

|  |
| --- |
| Фемтосекундная оптика |

(наименование дисциплины (модуля))

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

Дисциплина «Фемтосекундная оптика» 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, включая курсы общей физики, математического анализа, дифференциальных уравнений, электродинамики и квантовой электроники

**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* | *З1 Знать* Основные концепции современной фемтосекундной оптики*У1 Уметь* Работать на современном оборудовании для генерации и измерения фемтосекундных импульсов *В1 Владеть* Современными теоретическими и экспериментальными методами исследований лазерных импульсов фемтосекундной длительности |
| *ПК-2* | *З2 Знать* Современное состояние исследований в области фемтосекундной оптики*У2 Уметь* Определять наиболее актуальные направления исследованийфемтосекундной лазерной физики *В2 Владеть* Навыками формулирования задач для членов исследовательской группы |
| *УК-1* | *З3 Знать* Методы критического анализа и оценки современных научных достижений фемтосекундной лазерной физики, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях*У3 Уметь* Анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач фемтосекундной лазерной физики и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов*В3 Владеть* Навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач фемтосекундной лазерной физики, в том числе в междисциплинарных областях |

**Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, всего 108 чаcов, из которых 36 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (18 часов - занятия лекционного типа,18 часов - занятия семинарского типа (семинары и научно-практические занятия)), 72 часа составляет самостоятельная работа обучающегося.

Основные разделы курса:

Распространение фемтосекундного лазерного импульса в среде с дисперсией, Фурье оптика

Нелинейные эффекты при распространении фемтосекундного лазерного импульса в различных средах

Фемтосекундные лазеры

Применение фемтосекундных лазеров для генерации и детектирования терагерцового излучения

**Формы промежуточного контроля.**

1. Устный опрос
2. Задачи для самостоятельного решения

|  |
| --- |
| Лазерная физика |

(наименование дисциплины (модуля))

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

Дисциплина Лазерная физика относится к числу профессиональных дисциплин и изучается на 3 году обучения, в 6 семестре.

Освоение дисциплины опирается на знания, умения, навыки и компетенции, сформированные на двух предшествующих уровнях образования в результате освоения следующих дисциплин: общая физика, математический анализ, дифференциальные уравнения, методы математической физики, электродинамика, квантовая механика, физика волновых процессов, квантовая радиофизика и специальные курсы, относящиеся к лазерной физике.

**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 Способность выполнять научно-исследовательские работы и получать новые научные результаты в области лазерной физики в составе научной группы | ЗНАТЬ: Основные концепции современной лазерной физикиУМЕТЬ: Работать на современном оптическом и измерительном оборудованииВЛАДЕТЬ: Современными теоретическими и экспериментальными методами исследованийВЛАДЕТЬ: Навыками чтения и восприятия научной литературы на английском языке |
| ПК-2 Способность самостоятельно ставить научные задачи и формулировать новые идеи в области лазерной физики | ЗНАТЬ: Современное состояние исследований в области лазерной физикиУМЕТЬ:Определять наиболее актуальные направления исследованийВЛАДЕТЬ:Навыками формулирования задач для членов исследовательской группы |
| ПК-3 Способность представлять полученные результаты научному сообществу и – в доступной форме – широкой общественности | ЗНАТЬ:Требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданияхУМЕТЬ:Представлять результаты исследований в виде публикаций в научных изданияхВЛАДЕТЬ:Навыками представления докладов и ведения научной дискуссии на русском и английском языках |
| ПК-4 Способность к составлению конкурсных заявок на гранты и отчетов по выполненным НИР, а также к коммерциализации научных результатов | ЗНАТЬ:Нормативные документы для составления заявок на гранты, проектов НИРУМЕТЬ:Готовить заявки на получение грантов и составлять технические задания для заключения контрактов по НИР в области лазерной физикиУМЕТЬ:Оценивать инновационную составляющую полученных результатовУМЕТЬ:Представлять результаты НИР бизнес-сообществу ВЛАДЕТЬ:Навыками составления отчетов по выполненным грантам и НИР в области лазерной физикеВЛАДЕТЬ:Навыками проведения патентного поиска |
| ОПК-1 Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий | ЗНАТЬ:современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельностиУМЕТЬ:выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования ВЛАДЕТЬ:навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз банных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследованийВЛАДЕТЬ:навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов ВЛАДЕТЬ:навыками представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности  |

**Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, всего 72 часа самостоятельной работы обучающегося, в том числе 36 часов – подготовка к экзамену.

Основные разделы курса:

Линейная оптика

Взаимодействие лазерного излучения с веществом

Физика лазеров

**Формы промежуточного контроля.**

1. Устный опрос
2. Задачи для самостоятельного решения