

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный
университет им. Н.И. Лобачевского»

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДЕНО
решением
Ученого совета ННГУ
протокол № 13 от 30.11.2022 г.

Рабочая программа дисциплины

Сверхсильные оптические поля

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

магистратура

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

03.04.03 Радиофизика

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Квантовая радиофизика и лазерная физика

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2023 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
2	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина <i>Б1.В.04, сверхсильные оптические поля</i> относится к части ООП направления подготовки <i>03.04.03 радиофизика</i> , формируемой участниками образовательных отношений.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор компетенции* (код, содержание индикатора)	Результаты обучения достижения по дисциплине**	
ПК-1. Способен анализировать и обрабатывать научную информацию и результаты исследований в области квантовой радиофизики, лазерной физики и фотоники при решении задач своей профессиональной деятельности	ПК-1.1. Применяет принципы сбора и анализа информации, рассматривает и оценивает современные научные достижения, а также генерирует новые идеи при решении исследовательских и практических задач ПК-1.2. Работает с большим объемом данных, систематизирует и анализирует информацию, полученную из различных источников, в том числе с использованием современных информационных и коммуникационных технологий	Знать фундаментальные разделы физики и радиофизики, необходимые для решения научно-исследовательских задач в области сверхсильных оптических полей Уметь использовать знание фундаментальных разделов физики и радиофизики при решении научно-исследовательских задач в области сверхсильных оптических полей Владеть опытом использования знаний по фундаментальным разделам физики и радиофизики для решения научно-исследовательских задач в области сверхсильных оптических полей	<i>Собеседование, задача</i>
ПК-2. Способен выполнять теоретические и экспериментальные исследования и разработки по отдельным	ПК-2.1. Анализирует современное состояние исследований в области квантовой радиофизики, лазерной физики и фотоники, современные подходы к описанию и	Знать основные возможности современного оптического и лазерного оборудования, а также новейший отечественный и зарубежный опыт Уметь использовать	<i>Собеседование, задача</i>

разделам тем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области квантовой радиофизики, лазерной физики и фотоники и оформлять их результаты	<p>моделированию различных физических явлений и оценке полученных результатов</p> <p>ПК-2.2. Выбирает и применяет аналитические, аналитико-численные, экспериментальные методы исследования в соответствии с типом поставленной задачи</p> <p>ПК-2.3. Участвует в планировании, подготовке и проведении НИР</p> <p>ПК-2.4. Анализирует полученные данные, формулирует выводы и рекомендации по отдельным разделам тем в области квантовой радиофизики, лазерной физики и фотоники</p>	<p>современное оптическое и лазерное оборудование и новейший отечественный и зарубежный опыт</p> <p>Владеть опытом самостоятельной постановки научных задач в области квантовой радиофизики и лазерной физики и их решения с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта</p>	
--	---	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа): - занятия лекционного типа - занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
самостоятельная работа	29
КСР	2
Промежуточная аттестация – экзамен/зачет	45

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 4 ч.

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля)	Всего (часы)	В том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		из них				
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа Консультации	Всего	
Введение		2			2	2
Генерация сверхсильных лазерных полей		12			12	10
Поведение вещества в сверхсильных полях		10			10	10
Приложение сверхсильных лазерных полей		8			8	7
Текущий контроль	2	2				
Промежуточная аттестация (экзамен)						45

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Еженедельно текст прочитанной лекции и соответствующие вопросы для контроля текущей успеваемости из списка 3.3 рассылаются по электронной почте обучающимся для стимулирования самостоятельной внеаудиторной работы и создания личного портфолио по дисциплине «Сверхсильные оптические поля» а также с целью формирования компетенций ПК-1 и ПК-2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю),

включающий:

5.1 Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				

<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможно оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможно оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения, Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможно оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
зачтено	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»

	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

5.2.1 Контрольные вопросы

Вопрос	Код компетенции
1. Основные принципы генерации сверхсильных оптических полей. Концепции построения фемтосекундных лазерных комплексов. Красительно-экимерные системы, лазеры на неодимовом стекле, титан-сапфировые лазерные комплексы, широкополосные параметрические усилители.	ПК-1
2. Задающие генераторы фемтосекундных импульсов. Широкополосные активные среды. Синхронизация мод в фемтосекундных лазерах. Генерация суперконтинуума и высокостабильного «комба». Методы компенсации дисперсии групповой скорости в резонаторах. Описание генерации фемтосекундных лазеров модельным уравнением Гинзбурга-Ландау.	ПК-1
3. Усиление фемтосекундных лазерных импульсов. Концепция Chirped Pulse Amplification – усиление растянутых частотно-модулированных импульсов. Усиление в модели двухуровневой среды. Широкополосное параметрическое усиление. Ограничения на длительность, энергию и интенсивность усиливаемых импульсов.	ПК-1
4. Компрессия лазерных импульсов. Расширение спектра фемтосекундных импульсов в нелинейных средах. Оптический компрессор на дифракционных решетках.	ПК-1
5. Фемтосекундная метрология. Методы измерения длительности, амплитудно-частотного распределения поля внутри импульса, интенсивности и энергии сверхмощных импульсов. Энергетический и амплитудный контраст.	ПК-2
6. Ионизация атома в сильном оптическом поле. Ионизация атома в адиабатическом приближении. Формула Келдыша. Надпороговая ионизация. Функция распределения фотоэлектронов. Стабилизация атома в сверхсильном оптическом поле.	ПК-2
7. Генерация высоких гармоник оптического излучения и аттосекундных импульсов при ионизации атомов и молекул. Модель Коркума для возвратных соударений электронов. Цуги аттосекундных импульсов и одиночные аттосекундные импульсы. Измерения аттосекундных импульсов, аттосекундная стрик-камера.	ПК-2
8. Электроны в релятивистски сильном оптическом поле. Движение электрона в поле плоской электромагнитной волны произвольной амплитуды. Генерация кильватерной волны в плазме фемтосекундным лазерным импульсом.	ПК-2
9. Взаимодействие мощных фемтосекундных импульсов с	ПК-1,

твёрдотельными мишенями. Экстремальные состояния вещества. Ядерные процессы в присутствии сверхсильных полей. Моделирование процессов в недрах звезд и планет.	
10. Атмосферные приложения мощного фемтосекундного излучения. Филаментация лазерного пучка, источник суперконтинуума для экологического мониторинга, инициация атмосферных разрядов.	, ПК-2
11. Генерация когерентного рентгеновского излучения сверхкороткой длительности. Рентгеновские рекомбинационные лазеры с фемтосекундной оптической накачкой. Источники на основе высоких гармоник фемтосекундных излучения. Источники на основе рассеяния мощных фемтосекундных импульсов на электронных пучках. Диагностические приложения аттосекундных импульсов.	ПК-2
12. Ускорители заряженных частиц на основе фемтосекундных источников излучения. Плазменные ускорители электронов на кильватерной волне. Ускорение ионов из твёрдотельных мишеней.	ПК-2
13. Биомедицинские приложения сверхсильных оптических полей. Фазоконтрастный рентген. Производство изотопов для позитронно-эмиссионной томографии. Источники ионов для адронной терапии.	ПК-2

5.2.2. Типовые контрольные задания для оценки сформированности компетенций

Задачи для оценки компетенции «ПК-1»

Определить максимальное число продольных мод, которые можно синхронизовать в задающем генераторе фемтосекундных импульсов на кристалле Ti:Sa.

Задачи для оценки компетенции «ПК-2»

Сравнить значения средней энергии электронов, появляющихся при ионизации атомов в поле линейно поляризованной и циркулярно поляризованной волны в адиабатическом приближении.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. С.А. Ахманов, В.А. Выслоух, А.С. Чиркин, Оптика фемтосекундных лазерных импульсов, М.: Наука, 1988. – 3 экз.
2. О. Звелто, Принципы лазеров. / под ред. Т.А. Шмаонова – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Мир, 1984. – 395 с. // 1990. – 558 с. – 3 экз.
3. Н.Б. Делоне, В.П. Крайнов, Атом в сильном световом поле, М., Энергоатомиздат, 1984. – 3 экз.

б) дополнительная литература:

1. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц, Теория поля, М.: Наука, 2018.
<http://znanium.com/catalog/document?id=369175>
2. П.Г. Крюков, Фемтосекундные импульсы, М.: Физматлит, 2008.
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922109413.html>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудиторный фонд ННГУ.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 03.04.03 Радиофизика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 7 августа 2020 г. N 918.

Автор к.ф.-м.н. доцент Рябикин М.Ю.

Рецензент к.ф.-м.н. доцент Савикин А.П.

Заведующий кафедрой д.ф.-м.н. профессор Бакунов М.И.

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета «14» ноября 2022 года, протокол № 08/22.