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

УТВЕРЖДАЮ

Декан радиофизического факультета

_____ В.В. Матросов

“___” _____ 2021 г.

Рабочая программа дисциплины

Мощные лазерные системы

Направление подготовки
03.06.01 "Физика и астрономия"

Направленность подготовки
01.04.21 "Лазерная физика"

Квалификация выпускника
Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения
Очная

Нижний Новгород
2021

1. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы (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.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями выпускников)

Таблица 1

Планируемые результаты обучения по дисциплине

Код формируемой компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
ПК-1 (базовый этап)	*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 (базовый этап)	*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.

3. Структура и содержание дисциплины

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.

Таблица 2

Структура дисциплины

Наименование раздела дисциплины	Всего, часов	В том числе	
		Контактная работа, часов	Самостоятельная

		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Консультации	Всего	работа обучающегося, часов
1. Элементы лазерных установок.	**30**	**6**	**6**			**12**	**18**
2. Принцип получения сверхмощного лазерного излучения.	**22**	**4**	**4**			**8**	**14**
3. Устройство мощных лазерных систем.	**50**	**8**	**8**			**16**	**34**
Аттестация по дисциплине - *зачет*	**6**						**6**
Итого	**108**	**18**	**18**			**36**	**72**

Таблица 3

Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Форма проведения занятия	Форма текущего контроля*
1	Элементы лазерных установок.	Обсуждаются элементы лазерных систем, устройство первых лазеров, история их создания. Обзорная экскурсия на лазерные установки, расположенные в институте прикладной физики РАН.	занятия лекционного типа, семинарского типа, экскурсии.	Устный опрос
2	Принцип получения сверхмощного лазерного излучения.	Рассматривается метод усиления чирпированных импульсов, устройства, необходимые для его реализации, классификация лазерных систем, основанных на CPA.	занятия лекционного типа, семинарского типа	Устный опрос
3	Устройство мощных лазерных систем.	Подробное рассмотрение действующих и строящихся сверхмощных лазерных комплексов в мире. Применение сверхмощного излучения. Экскурсия на субпетаваттную лазерную систему PEARL.	занятия лекционного типа, семинарского типа, экскурсии.	Устный опрос

4. Образовательные технологии

Помимо прослушивания традиционного лекционного материала обучающиеся имеют возможность непосредственно на лекциях ознакомиться с элементами лазерных установок в виде экспонатов. В первую очередь это относится к первому разделу дисциплины «Элементы лазерных

установок». В первом и третьем разделах дисциплины предусмотрена внеаудиторная работа: экскурсии в научные лаборатории института прикладной физики, где есть возможность пообщаться с ведущими специалистами в области лазерной техники. Лекции снабжены достаточным количеством исторических фактов, способствующих более полному усвоению дисциплины.

5. Формы организации и контроля самостоятельной работы обучающихся

Помимо ознакомления с рекомендованной литературой в процессе обучения самостоятельная работа обучающегося предполагает проработку контрольных вопросов. Текущий контроль успеваемости проводится во время занятий семинарского типа и научно-практических занятий.

Типовые контрольные вопросы:

1. Элементы лазерных систем. Оптические и механические элементы; материалы, применяемые в оптических устройствах.
2. Лазерные системы. Области применения. Основные характеристики лазеров и лазерных систем.
3. Характеристики лазерного излучения. Пространственные, временные, спектральные характеристики.
4. Лазеры и мазеры. История создания. Устройство и принцип работы лазеров и мазеров.
5. Первый импульсный лазер Меймана.
6. Классификация лазеров. Типы лазеров, принцип действия, основные характеристики, сферы использования.
7. Методы генерации коротких и сверхкоротких импульсов. Классификация видов генерации. Методы модуляции добротности, синхронизации мод. Усиление чирпированных импульсов.
8. Метод усиления чирпированных импульсов.
9. Элементы CPA систем. Назначение и принцип работы.
10. Элементы OPCPA систем. Назначение и принцип работы.
11. Компрессор Трейси.
12. Стретчеры. Назначение и принцип работы.
13. Дифракционные решетки.
14. Дисперсия групповых скоростей. Роль ДГС в CPA.
15. Титан-сапфировые лазерные системы.
16. Лазерные системы PEARL и ФЕМТА.
17. Лазерный комплекс NIF.
18. Импульсные лазерные системы.
19. Лазерная система Искра-5.
20. Проект лазерной системы HiPER.
21. Проект сверхмощной лазерной системы – XCELS.

6. Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине

6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования приведен в приложении 1.

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

Аттестация по дисциплине проходит в виде зачета.

Оценивание компетенций обучающегося на всех стадиях их формирования осуществляется по пятибалльной шкале. Показатели и критерии оценивания компетенций, которые формируются у обучающихся в процессе изучения дисциплины, представлены в таблицах Приложения 1.

Зачтено	Отличная, хорошая или удовлетворительная подготовка. Обучаемый не менее чем удовлетворительно отвечает на вопросы программы – минимум и основной вопрос, а также на большинство дополнительных вопросов.
Не зачтено	Обучаемый показывает неудовлетворительное знание основ курса и базовых понятий, допускает значительные ошибки при ответах на большинство дополнительных вопросов. Необходима дополнительная подготовка для успешного прохождения испытания.

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

Типовые вопросы для контроля

1. Элементы лазерных систем. Оптические и механические элементы; материалы, применяемые в оптических устройствах. (ПК-1, ПК-2)
2. Лазерные системы. Области применения. Основные характеристики лазеров и лазерных систем. (ПК-1, ПК-2)
3. Характеристики лазерного излучения. Пространственные, временные, спектральные характеристики. (ПК-1)
4. Лазеры и мазеры. История создания. Устройство и принцип работы лазеров и мазеров. (ПК-1, ПК-2)
5. Первый импульсный лазер Меймана. (ПК-1, ПК-2)
6. Классификация лазеров. Типы лазеров, принцип действия, основные характеристики, сферы использования. (ПК-1, ПК-2)
7. Методы генерации коротких и сверхкоротких импульсов. Классификация видов генерации. Методы модуляции добротности, синхронизации мод. Усиление чирпированных импульсов. (ПК-1)
8. Метод усиления чирпированных импульсов. (ПК-1, ПК-2)
9. Элементы CPA систем. Назначение и принцип работы. (ПК-1, ПК-2)
10. Элементы OPCPA систем. Назначение и принцип работы. (ПК-1, ПК-2)
11. Компрессор Трейси. (ПК-1, ПК-2)
12. Стретчеры. Назначение и принцип работы. (ПК-1, ПК-2)
13. Дифракционные решетки. (ПК-1, ПК-2)
14. Дисперсия групповых скоростей. Роль ДГС в CPA. (ПК-1, ПК-2)
15. Титан-сапфировые лазерные системы. (ПК-2)
16. Лазерные системы PEARL и ФЕМТА. (ПК-2)
17. Лазерный комплекс NIF. (ПК-2)
18. Импульсные лазерные системы. (ПК-2).
19. Лазерная система Искра-5. (ПК-2).
20. Проект лазерной системы HiPER. (ПК-2).
21. Проект сверхмощной лазерной системы – XCELS. (ПК-2).

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

- Ахманов С.А., Выслоух, В.А. Чиркин А.С. Оптика фемтосекундных лазерных импульсов. - М.: Наука, 1988.

- Звелто О. Принципы лазеров. - М: Мир, 1990. /// Звелто О. Принципы лазеров 4-е издание. Пер. с англ. /Под. ред. Т.А. Шмаонова. С.Пб.:Лань. 2008
- П.Г.Крюков, «Лазеры ультракоротких импульсов», журнал “Квантовая электроника”, т.30, №2, с.95, 2001.
- Крюков П.Г. Фемтосекундные импульсы. М.: Физматлит. 2008.

б) дополнительная литература:

- Дмитриев В.Г., Тарасов Л.В. Прикладная нелинейная оптика. - М.: Физматлит. 2004.
- Фемтосекундная оптика (электронное пособие): Составители: Яшунин Д. А., Мальков Ю. А., Бодров С. Б. Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2014.
- Козлов С.А.; Самарцев В.В. Основы фемтосекундной оптики. - М.: Физматлит. 2009.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Ресурсы учебных аудиторий и лабораторий ННГУ.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций ОПОП по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия (уровень подготовки кадров высшей квалификации) и направленности 01.04.21 Лазерная физика.

Автор _____ Яковлев И.В.

Рецензент _____ Бодров С.Б.

Заведующий кафедрой общей физики_____ Бакунов М.И.

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета от _____ 2021 года, протокол №____.

Приложение 1

Карты компетенций, в формировании который участвует дисциплина

ПК-1 Способность выполнять научно-исследовательские работы и получать новые научные результаты в области лазерной физики в составе научной группы

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

Тип КОМПЕТЕНЦИИ: Профессиональная компетенция выпускника программы аспирантуры.

ПОРОГОВЫЙ (ВХОДНОЙ) УРОВЕНЬ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ТРЕБУЕМЫЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ

Для того, чтобы формирование данной компетенции было возможно, обучающийся, приступивший к освоению программы аспирантуры, должен:

ЗНАТЬ: базовые разделы высшей математики, теоретической и лазерной физики.

УМЕТЬ: проводить основные математические преобразования, пользоваться основными измерительными приборами.

ВЛАДЕТЬ: базовым уровнем английского языка, навыками программирования и использования ресурсов интернета.

Планируемые результаты обучения*(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	**Критерии оценивания результатов обучения**				
	1	2	3	4	5
ЗНАТЬ: Основные концепции современной лазерной физики	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления об основных концепциях лазерной физики	Неполные представления об основных концепциях лазерной физики	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, представления об основных концепциях лазерной физики	Сформированные систематические представления об основных концепциях лазерной физики
УМЕТЬ: Работать на современном оптическом и измерительном оборудовании	Отсутствие умений	Частично освоенное умение работать на современном оптическом и измерительном оборудовании	В целом успешное, но не систематическое умение работать на современном оптическом и измерительном оборудовании	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение работать на современном оптическом и измерительном оборудовании	Успешное и систематическое умение работать на современном оптическом и измерительном оборудовании
ВЛАДЕТЬ: Современными теоретическими и экспериментальными методами исследований	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение современных теоретических и экспериментальных методов исследований	В целом успешное, но не систематическое применение современных теоретических и экспериментальных методов исследований	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение современных теоретических и экспериментальных методов исследований	Успешное и систематическое владение современными теоретическими и экспериментальными методами исследований
ВЛАДЕТЬ: Навыками чтения и восприятия научной литературы на английском языке	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков чтения и восприятия научной литературы на английском языке	В целом успешное, но не систематическое применение навыков чтения и восприятия научной литературы на английском языке	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков чтения и восприятия научной литературы на английском языке	Успешное и систематическое владение навыками чтения и восприятия научной литературы на английском языке

ПК-2 Способность самостоятельно ставить научные задачи и формулировать новые идеи в области лазерной физики

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

Тип КОМПЕТЕНЦИИ: Профессиональная компетенция выпускника программы аспирантуры.

ПОРОГОВЫЙ (ВХОДНОЙ) УРОВЕНЬ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ТРЕБУЕМЫЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ

Для того, чтобы формирование данной компетенции было возможно, обучающийся, приступивший к освоению программы аспирантуры, должен:

ЗНАТЬ: основы лазерной физики.

УМЕТЬ: выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах.

ВЛАДЕТЬ: базовым уровнем английского языка, навыками использования ресурсов интернета.

Планируемые результаты обучения*(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	**Критерии оценивания результатов обучения**				
	1	2	3	4	5
ЗНАТЬ: Современное состояние исследований в области лазерной физики	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о современном состоянии исследований в области лазерной физики	Неполные представления о современном состоянии исследований в области лазерной физики	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, представления о современном состоянии исследований в области лазерной физики	Сформированные систематические представления о современном состоянии исследований в области лазерной физики
УМЕТЬ: Определять наиболее актуальные направления исследований	Отсутствие умений	Частично освоенное умение определять наиболее актуальные направления исследований	В целом успешное, но не систематическое умение определять наиболее актуальные направления исследований	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение определять наиболее актуальные направления исследований	Успешное и систематическое умение определять наиболее актуальные направления исследований
ВЛАДЕТЬ: Навыками формулирования задач для членов исследовательской группы	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков формулирования задач для членов исследовательской группы	В целом успешное, но не систематическое применение навыков формулирования задач для членов исследовательской группы	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков формулирования задач для членов исследовательской группы	Успешное и систематическое владение навыками формулирования задач для членов исследовательской группы