

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт электрофизики
Уральского отделения Российской академии наук
(ИЭФ УрО РАН)

«Утверждаю»
Директор ИЭФ УрО РАН

С.А. Чайковский
«_____» _____ 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Взаимодействие мощного лазерного излучения с веществом»
Б1.Э.1-2

для обучающихся по образовательным программам высшего образования –
программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в
аспирантуре ИЭФ УрО РАН

Специальность 03.06.01 – «Физика и астрономия»

Екатеринбург
2022

Программу составили:

с.н.с. ИЭФ УрО РАН
к.ф.-м.н.

Лисенков В.В.

СОГЛАСОВАНО:

Зам. директора по НР ИЭФ УрО РАН
д.ф.-м.н.
«___» _____ 2022 г.

Болтачев Г.Ш.

Учёный секретарь ИЭФ УрО РАН
к.ф.-м.н.
«___» _____ 2022 г.

Кокорина Е.Е.

Рабочая программа утверждена на заседании Учёного совета ИЭФ УрО РАН.
Протокол № 4 от 29.06.2022 г.

Программа составлена с учётом Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), утвержденной Постановлением Правительства РФ № 2122 от 30 ноября 2021 г. и на основе Федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, утверждённых приказом Министерства науки и высшего образования РФ № 951 от 20.10.2021 г. (зарегистрирован Министерством юстиции РФ 23.11.2021 г., регистрационный № 65943).

1. Цели и задачи изучения дисциплины

Цель изучения дисциплины –

расширить кругозор и дать более глубокие знания основных явлений и законов генерации лазерного излучения и взаимодействия электромагнитного излучения с веществом, которые необходимы для проведения научных исследований

Задачи дисциплины:

- раскрыть современные тенденции развития лазерной техники.
- сформировать у аспирантов современные представления о взаимодействии электромагнитного и, в частности, лазерного излучения с веществом, что является основой лазерных технологий, которые техническому прогрессу и улучшению качества жизни;
- сформировать у аспирантов представление об основных тенденциях развития прикладной оптики и лазерных технологий;
- подготовить аспирантов к применению полученных знаний при проведении конкретной научно-исследовательской работы;

2. Требования к уровню освоения содержания дисциплины.

Аспиранты, завершившие изучение данной дисциплины, должны:

- иметь представление: о современных способах и устройствах для генерации лазерного излучения, лазерных технологиях,
- знать: основные явления и законы генерации и воздействия электромагнитного излучения на вещество, включая распространение, отражение и поглощение лазерного излучения, взаимодействие лазерного излучения с газовой средой, термогидродинамические эффекты при взаимодействии мощного лазерного излучения с веществом, нелинейное воздействие лазерного излучения на среду,
- уметь: использовать полученные знания для проведения научно-исследовательской работы по конкретной тематике и обосновывать полученные результаты, анализировать научные публикации по конкретной проблеме исследований, выявлять тенденции развития своего научного направления;

Связь с предшествующими дисциплинами

Курс предполагает наличие у аспирантов знаний по основным математическим и физическим дисциплинам в объеме программы высшего профессионального образования.

Связь с последующими дисциплинами

Знания и навыки, полученные аспирантами при изучении данного курса, необходимы при подготовке и написании диссертации.

3. Объём дисциплины и виды учебной работы.

<i>Вид учебной работы</i>	<i>Всего</i>		<i>Период обучения</i>
	<i>часов</i>	<i>ЗЕТ</i>	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	3	первый-третий курс
Аудиторные занятия, в т.ч.:			
Лекции	10	0,27	
Практические занятия (ПЗ)	8	0,23	
Самостоятельная работа	72	2	
Контроль самостоятельной работы	18	0,5	

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплин и виды занятий

<i>№ п/п</i>	<i>Раздел дисциплины</i>	<i>Лекции</i>	<i>ПЗ</i>	<i>Сам. раб.</i>	<i>Контр. сам. раб.</i>
1	Основы лазерной генерации.	1		10	2
2	Современные лазеры.	1	2	12	4
3	Взаимодействие лазерного излучения с газовой средой. Оптический пробой.	3	2	18	4
4.	Взаимодействие лазерного излучения с конденсированными средами. Лазерные технологии.	3	2	18	4
5.	Нелинейное воздействие лазерного излучения на среду. Элементы нелинейной оптики.	2	2	14	4
	<i>Итого:</i>	10	8	72	18

4.2. Содержание разделов дисциплины

4.2.1. Основы лазерной генерации.

Спонтанное и вынужденное излучение. Соотношения Эйнштейна.
Усиление света. Сечение вынужденного излучения. Эффект насыщения.
Оптические резонаторы. Классические конструкции и современные тенденции.
Генерация, распространение и фокусировка лазерного излучения.

4.2.2. Современные лазеры.

СО₂-лазеры. Современные тенденции и конструкции.
Дисковые лазеры.
Волоконные лазеры.

Полупроводниковые лазеры. Лазеры на квантовых точках.

4.2.3. Взаимодействие лазерного излучения с газовой средой. Оптический пробой.

Поглощение электромагнитного излучения свободными электронами.
Механизмы ионизации газовой среды электромагнитным излучением.
Оптические характеристики лазерной плазмы.
Динамика формирования оптического пробоя.

4.2.4. Взаимодействие лазерного излучения с конденсированными средами. Лазерные технологии.

Поглощение и отражение лазерного излучения от поверхности конденсированных сред.
Особенности поглощения лазерного излучения металлами. Скин-эффект.
Особенности поглощения лазерного излучения полупроводниками и диэлектриками.
Уравнение теплопроводности с объемным поглощением лазерного излучения. Частные случаи решения.
Лазерно-индуцированное плавление. Движение фронта расплава.
Лазерно-индуцированное испарение и абляция вещества.
Разлет и нагрев эрозионной лазерной плазмы.
Эффект глубокого (“кинжального”) проплавления. Лазерное сверление отверстий.
Лазерная сварка
Лазерная резка
Лазерная модификация поверхности.
Лазерное нанесение тонких пленок
Селективное лазерное спекание
Лазерное получение наночастиц.

4.2.5. Нелинейное воздействие лазерного излучения на среду. Элементы нелинейной оптики.

Самофокусировка и самодефокусировка лазерных пучков.
Лазерная самомодуляция. Сжатие лазерных импульсов.
Генерация оптических гармоник.
Вынужденное рассеяние света.

4.3. Самостоятельная работа аспирантов.

5.3.1. Проработка лекционного материала по конспектам и учебной литературе (72 ч.).

5.3.2. Подготовка к контролю по дисциплине (18 ч.).

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

5.1. Рекомендуемая литература.

а) основная литература

1. Салех Б. Оптика и фотоника. Принципы и применения. Т. 1: учеб. пособие /Б. Салех, М. Тейх; пер. с англ. В.Л. Дербова. - Долгопрудный: ИД "Интеллект", 2012. - 760 с.
2. Салех Б. Оптика и фотоника. Принципы и применения. Т. 2: учеб. пособие /Б. Салех, М. Тейх; пер. с англ. В.Л. Дербова. - Долгопрудный: ИД "Интеллект", 2012. - 784 с.
3. Ковалев О.Б. Физические основы лазерной резки толстых листовых материалов /О.Б. Ковалев, В.М. Фомин. - М.: Физматлит, 2013. - 256 с.
4. Крюков П.Г. Лазеры ультракоротких импульсов и их применения /П.Г. Крюков. - Долгопрудный: ИД "Интеллект", 2012. - 248 с.
5. Осипов В.В., Лисенков В.В., Платонов В.В. Синтез нанопорошков методом лазерной абляции с помощью мощного СО₂-лазера. В сборнике: "Электрофизика на Урале: четверть века исследований". Екатеринбург: УрО РАН. 2011. 456 с.

Б) дополнительная литература

1. Веденов А.А., Гладуш Г.Г. Физические процессы при лазерной обработке материалов. М.: Энергоатомиздат. 1985. – 208 с.
2. Делоне Н.Б. Взаимодействие лазерного излучения с веществом. Конспект лекций. Учебное руководство. М.: Наука. 1989. – 280 с.
3. Коротеев Н.И., Шумай И.Л. Физика мощного лазерного излучения. М.: Наука. 1991. – 312 с.
4. Карлов Н.В. Лекции по квантовой электронике: учеб. пособие. М.: Наука, 1983.- 320 с.

в) методическое обеспечение:

<http://ier7.iер.uran.ru/ier/aspir.htm>

5.2. Информационное обеспечение

№ п/п	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
	http://elibrary.ru/	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	доступ свободный

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения занятий по дисциплине используются: компьютерный класс, лаборатории Института, оборудование: лазер, осциллограф, прибор ДРОН для рентгенофазового анализа материалов, микротвердомер, система исследования материалов после облучения ионами ИЛМ.