

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

«Утверждаю»  
Врио. директора ИЭФ УрО РАН



В.Г. Шпак  
2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Современные лазеры и лазерные технологии»**  
**Б1.В.ДВ.1-2**

Специальность 03.06.01 – «Физика и астрономия»

Программа утверждена на заседании Ученого совета ИЭФ УрО РАН  
протокол № 1 от 06.02.2015 г.

Екатеринбург  
2015

Программу составил:

с.н.с. ИЭФ УрО РАН  
к.ф.-м.н., доцент

Лисенков В.В.

СОГЛАСОВАНО:

Зам. директора по НР ИЭФ УрО РАН

к.т.н.

« 6 » февраля 2015 г.

Иванов М.Г.

Учёный секретарь ИЭФ УрО РАН

к.ф.-м.н.

« 6 » февраля 2015 г.

Кокорина Е.Е.

Рабочая программа утверждена на заседании Учёного совета ИЭФ УрО РАН.  
Протокол № 1 от 06.02.2015 г.

## **1. Цели и задачи 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;

– 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 способствуют 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.**

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

### **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;

– обосновывать полученные результаты, анализировать научные публикации по конкретной проблеме исследований;

– выявлять тенденции развития своего научного направления.

### **Владеть:**

– навыками использования полученных знаний для проведения научно-исследовательской работы по конкретной тематике.

### 3. Компетенции.

<i>№ п/п</i>	<i>Индекс</i>	<i>Содержание</i>
1.	ОПК-1	Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.
2.	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.
3.	УК-3	Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач.
4.	УК-4	Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития.
5.	ПК-1	Способность ставить, формализовать и решать задачи, умением системно анализировать научные проблемы, генерировать новые идеи и создавать новое знание.
6.	ПК-2	Способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы и информационных технологий с учётом отечественного и зарубежного опыта.
7.	ПК-3	Способность пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза информации в избранной области физических исследований.
8.	ПК-4	Способность применять на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, способность самостоятельно организовывать и проводить научные исследования и внедрять их результаты в качестве члена или руководителя коллектива.

#### 4. Объем 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 курс
Аудиторные занятия, в т.ч.:			
Лекции	36	1	
Практические занятия (ПЗ)			
Самостоятельная работа	54	1,5	
Контроль самостоятельной работы	18	0,5	

#### 5. Содержание дисциплины.

##### 5.1. 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.	4		6	2
2	Современные лазеры.	6		9	3
3	Взаимодействие лазерного излучения с газовой средой. Оптический пробой.	4		6	2
4	Взаимодействие лазерного излучения с конденсированными средами. Лазерные технологии.	18		27	9
5	Нелинейное воздействие лазерного излучения на среду. Элементы нелинейной оптики.	4		6	2
Всего часов		36		54	18

##### 5.2. Содержание разделов дисциплины.

###### 5.2.1. 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.

### **5.2.2. Современные лазеры.**

СО<sub>2</sub>-лазеры. Современные тенденции и конструкции.

Дисковые лазеры.

Волоконные лазеры.

Полупроводниковые лазеры. Лазеры на квантовых точках.

### **5.2.3. 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.

### **5.2.4. 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 объёмным поглощением лазерного излучения. Частные случаи решения.

Лазерно-индуцированное плавление. Движение фронта расплава.

Лазерно-индуцированное испарение и абляция вещества.

Разлёт и нагрев эрозионной лазерной плазмы.

Эффект глубокого («кинжального») проплавления. Лазерное сверление отверстий.

Лазерная сварка.

Лазерная резка.

Лазерная модификация поверхности.

Лазерное нанесение тонких плёнок.

Селективное лазерное спекание.

Лазерное получение наночастиц.

### **5.2.5. 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.

### **5.3. Самостоятельная работа аспирантов.**

5.3.1. Проработка лекционного материала по конспектам и учебной литературе (48 ч.).

5.3.2. Подготовка к контролю по дисциплине (6 ч.).

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.**

### **6.1. Рекомендуемая литература.**

#### **а) основная литература:**

1. Салех, Б., Тейх, М. Оптика и фотоника. Принципы и применения. Т. 1. (Учебное пособие) / Пер. с англ. В.Л. Дербова. – Долгопрудный: ИД «Интеллект», 2012. – 760 с.
2. Салех, Б., Тейх, М. Оптика и фотоника. Принципы и применения. Т. 2. (Учебное пособие) / Пер. с англ. В.Л. Дербова. – Долгопрудный: ИД «Интеллект», 2012. – 784 с.
3. Ковалёв, О.Б., Фомин, В.М. Физические основы лазерной резки толстых листовых материалов. – М.: Физматлит, 2013. – 256 с.
4. Крюков, П.Г. Лазеры ультракоротких импульсов и их применения. – Долгопрудный: ИД «Интеллект», 2012. – 248 с.
5. Осипов, В.В. Синтез нанопорошков методом лазерной абляции с помощью мощного СО<sub>2</sub>-лазера. / В.В. Осипов, В.В. Лисенков, В.В. Платонов; отв. Ред. В.Г. Шпак; ин-т электрофизики УрО РАН // Электрофизика на Урале: четверть века исследований. – Екатеринбург: УрО РАН, 2011. – С. 153–173.

#### **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. (Учебное пособие). – М.: Наука, 1988. – 320 с.

#### **в) методическое обеспечение:**

<http://iep7.iep.uran.ru/iep/aspir.htm>

## 6.2. Информационное обеспечение.

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

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Для проведения занятий по дисциплине используются: компьютерный класс, лаборатории Института, оборудование: спектрофотометр, гелий-неоновый лазер.

Программа составлена с учётом рекомендаций по формированию основных профессиональных образовательных программ послевузовского профессионального образования для обучающихся в аспирантуре (№ 0160 от 17 июля 2012 г. Серия 90Л01 № 0000173) и на основе Федеральных государственных требований к структуре основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования (аспирантура), утверждённых приказом Министерства образования и науки РФ от 16.03.2011 г. № 1365 (зарегистрирован Министерством юстиции РФ 10.05.2011 г., регистрационный № 20700).