

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра биофизики и физики конденсированного состояния

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.Э.1.1 Основы современной физики лазеров»

Уровень высшего образования

МАГИСТРАТУРА

Направление подготовки

03.04.02 Физика

(код и наименование направления подготовки)

Биохимическая и медицинская физика

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Год набора 2025

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.Э.1.1 Основы современной физики лазеров» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра биофизики и физики конденсированного состояния

наименование кафедры

протокол № 4 от "21" февраля 2025г.

Заведующий кафедрой

Кафедра биофизики и физики конденсированного состояния

наименование кафедры

подпись

расшифровка подписи

В.Л. Бердинский

Исполнители:

профессор кафедры БФФКС

должность

подпись

расшифровка подписи

С.Н. Летута

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

03.04.02 Физика

код наименование

личная подпись

расшифровка подписи

М.Г. Кучеренко

Научный руководитель магистерской программы

личная подпись

расшифровка подписи

С.Н. Летута

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов

личная подпись

расшифровка подписи

С.А. Биктимирова

Уполномоченный по качеству факультета

личная подпись

расшифровка подписи

А.Д. Стрекаловская

№ регистрации _____

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

приобретение знаний в области медицинской физики, изучение характеристик приборов, применяемых в клинической практике, позволяющего выпускнику успешно работать в избранной сфере деятельности в РФ и за рубежом; формирование у студентов общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО подготовки магистров по направлению 03.04.02 «Физика».

Задачи:

- формирование у студентов современного представления об основных физических процессах, происходящих при генерации и усилении лазерного излучения, и о методах управления его пространственными, временными и спектральными параметрами;
- освоение аспирантами основных знаний о физической сути, методах описания и способах экспериментальной реализации различных режимов работы лазера (непрерывный режим, свободная генерация, модуляция добротности, синхронизация мод).

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам (модулям) по выбору вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.9 Физические основы современных медицинских технологий*

Постреквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2-В-2 Формирует план график реализации проекта в целом и план контроля его выполнения	<u>Знать:</u> Знать наиболее перспективные и быстро развивающиеся направления разделов лазерной физики; основные нерешенные научные проблемы; недавние и планируемые новаторские эксперименты; а также активно действующие в рамках рассматриваемых тематик научные коллективы <u>Уметь:</u> формировать планграфик реализации проекта в целом и план контроля его выполнения
ПК*-2 ПК-2 Способен проводить под научным руководством эксперименты с применением современного оборудования и проводить анализ научных данных	ПК*-2-В-1 Осознает ограничения используемой методологии, описывает, анализирует и критически оценивает экспериментальные	<u>Знать:</u> основные методы генерации, усиления и измерения излучения в непрерывном, импульсно-периодическом и других режимах работы лазера, а также основные подходы селекции мод <u>Уметь:</u> Уметь применять полученные знания для исследования путей высокоэффективной генерации и усиления излучения и возможности управления

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
	данные, делает обоснованные выводы	основными характеристиками лазерного излучения Владеть: Владеть современным уровнем научных исследований в лазерной физике, с учетом отечественного и зарубежного опыта

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	2 семестр	всего
Общая трудоёмкость	144	144
Контактная работа:	41,25	41,25
Лекции (Л)	8	8
Практические занятия (ПЗ)	32	32
Консультации	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий; - изучение разделов курса в системе электронного обучения; - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к рубежному контролю и т.п.)	102,75	102,75
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	экзамен	

Разделы дисциплины, изучаемые в 2 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение в лазерную физику	14	0,5	3		10,5
2	Линия перехода. Уширение спектральных линий.	14	0,5	3		10,5
3	Когерентное усиление излучения	14	0,5	3		10,5
4	Открытые резонаторы	14	0,5	3		10,5
5	Стационарная генерация	14	1	3		10
6	Уравнения для разности населенностей уровней среды и интенсивности поля в резонаторе	14	1	3		10
7	Модуляция добротности	14	1	3		10
8	Селекция мод	14	1	3		10
9	Термооптика твердотельных лазеров	14	1	4		10
10	Типы лазеров	14	1	4		10
	Итого:	144	8	32		104
	Всего:	144	8	32		104

4.2 Содержание разделов дисциплины

Введение в лазерную физику. Что такое лазер. Место лазеров в современном мире. Основные понятия. Переходы в атоме под действием электромагнитного излучения. Спонтанные и вынужденные переходы. Коэффициенты Эйнштейна.

Линия перехода. Уширение спектральных линий. Однородное и неоднородное уширение спектральных линий. Механизмы уширения и форма спектральных линий.

Когерентное усиление излучения. Сечение перехода. Инверсия заселенностей. Активная среда. Накачка. Усиление излучения. Эффект насыщения усиления и поглощения. Интенсивность насыщения. Коэффициент усиления непрерывного усилителя. Коэффициент усиления импульсного усилителя. Формула Франца-Нодвига. Многопроходные усилители.

Открытые резонаторы. Понятие об открытом резонаторе. Сходство и различие интерферометра Фабри-Перо и лазерного резонатора. Основные положения теории Фокса и Ли. Условие устойчивости резонатора. Резонатор с плоскими зеркалами, конфокальный резонатор. Гауссов пучок в свободном пространстве и в резонаторе с вогнутыми зеркалами. Продольные моды резонатора. Поляризационные моды резонатора. Кольцевой резонатор и его особенности.

Стационарная генерация. Условие самовозбуждения открытого резонатора. Порог генерации. Стационарная генерация. Оптимальный коэффициент отражения зеркала (резонатор Фабри-Перо и кольцевой резонатор).

Уравнения для разности населенностей уровней среды и интенсивности поля в резонаторе. Уравнение для разности населенностей для 3-х-уровневой и 4-х-уровневой модели. Выходная мощность непрерывного генератора. Уравнение для интенсивности поля в резонаторе. Время установления стационарного режима и релаксационная частота для 3хуровневой и 4х-уровневой модели. Свободная генерация.

Модуляция добротности. Модуляция добротности: идея, уравнения, оптимальный коэффициент отражения выходного зеркала, длительность импульса. Методы реализации модуляции добротности: насыщающийся поглотитель, вращающееся зеркало, электрооптический модулятор, акустооптический модулятор, ОВФ-зеркало. Синхронизация мод и ультракороткие лазерные импульсы. Генерация на двух и более продольных модах. Синхронизация мод: идея, уравнения, параметры выходного излучения. Методы синхронизации мод: насыщающийся поглотитель, электрооптический модулятор, акустооптический модулятор, керровская линза. Ультракороткие лазерные импульсы: генерация, усиление, диагностика.

Селекция мод. Селекция продольных, поперечных, поляризационных мод в резонаторе: принципы и методы экспериментальной реализации. Подавление двунаправленной генерации в кольцевом резонаторе. Взаимные и невзаимные оптические элементы.

Термооптика твердотельных лазеров. Источники тепла в лазерах. Основные тепловые эффекты в лазерах: тепловая линза, деполяризация, механическое разрушение. Параметры качества среды с точки зрения минимизации тепловых эффектов. Критерии оценки качества пучка. Методы подавления и компенсации тепловых эффектов. Понятие об импульснопериодическом режиме.

Типы лазеров. Газовые лазеры (в том числе атомарные, ионные, молекулярные, химические, фотодиссоционные, эксимерные и т.д.). Твердотельные лазеры. Лазеры на красителях. Полупроводниковые лазеры. Лазеры на свободных электронах.

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Введение в лазерную физику	3
2	2	Линия перехода. Уширение спектральных линий.	3
3	3	Когерентное усиление излучения	3
4	4	Открытые резонаторы	3
5	5	Стационарная генерация	3
6	6	Уравнения для разности населенностей уровней среды и интенсивности поля в резонаторе	3
7	7	Модуляция добротности	3
7	8	Селекция мод	3
8	9	Термооптика твердотельных лазеров	4
8	10	Типы лазеров	4
		Итого:	32

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Летуа, С. Н. Курс физики. Оптика [Текст] : учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по инженерно-техническим направлениям подготовки / С. Н. Летуа, А. А. Чакак; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т", Физ. фак. - Оренбург : Университет, 2014. - 365 с. : ил.; 22,7 печ. л. - Библиогр.: с. 346-347. - Прил.: с. 348-364. - ISBN 978-5-4417-0434-2.
2. Иванов, И.Г. Основы квантовой электроники : учебное пособие / И.Г. Иванов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет», Физический факультет. - Ростов-н/Д : Издательство Южного федерального университета, 2011. - 174 с. - библиогр. с: С. 168-169. - ISBN 978-5-9275-0873-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=241055>.

5.2 Дополнительная литература

1. Тучин, В.В. Лазеры и волоконная оптика в биомедицинских исследованиях / В.В. Тучин. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Физматлит, 2010. - 500 с. - ISBN 978-5-9221-1278-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=75958>.
2. Малышев, В. А. Основы квантовой электроники и лазерной техники [Текст] : учеб. пособие для вузов / В. А. Малышев . - М. : Высш. шк., 2005. - 543 с. : ил.. - Библиогр.: с. 536-539. - ISBN 5-06-004853-5.
3. Пихтин, А.Н. Оптическая и квантовая электроника [Текст] : учеб. для вузов / А.Н. Пихтин . - М. : Высш. шк., 2001. - 573 с. : ил. - ISBN 5-06-002703-1.
4. Звелто, О. Принципы лазеров = Principles of lasers [Текст] / О. Звелто ; пер. с англ. Д. Н. Козлова [и др.]; под науч. ред. Т. А. Шмаонова. - 4-е изд. - СПб. : Лань, 2008. - 720 с. : ил.. - (Учебные пособия для вузов. Специальная литература). - Парал. тит. л. англ. - Библиогр. в конце гл. - ISBN 978-5-8114-0844-3
5. Взаимодействие лазерного излучения с веществом. Силовая оптика [Текст] / В. П. Вейко [и др.]. - М. : Физматлит, 2008. - 312 с. - Библиогр.: с. 307-308. - ISBN 978-5-9221-0934-5.

5.3 Периодические издания

1. Журнал экспериментальной и теоретической физики : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2016.

2. Успехи физических наук : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2016.
3. Оптика и спектроскопия : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2017, 2018.

5.4 Интернет-ресурсы

1. www.ph4s.ru - Физика студентам и школьникам. Образовательный проект А.Н. Варгина, МИФИ.
2. <http://kvant.mccme.ru/> - Научно-популярный физико-математический журнал «Квант».
3. <http://www.physbook.ru/> - Электронные учебники и журналы по физике.
4. <https://openedu.ru/course/> - «Открытое образование», Каталог курсов, MOOK: «Квантовая физика».
5. <http://www.jetp.ac.ru/cgi-bin/r/index> - Журнал экспериментальной и теоретической физики.
6. <https://ufn.ru/> - Успехи физических наук : журнал.

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Перечень лицензионного программного обеспечения

1. Операционная система РЕД ОС
2. Пакет офисных приложений LibreOffice
3. Программная система для организации видео-конференц-связи MTS Link
4. Яндекс.Браузер - браузер, созданный компанией «Яндекс» на основе движка (бесплатная версия) Режим доступа: <https://browser.yandex.ru>.

Информационные справочные системы

1. ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2024]. – Режим доступа в сети ОГУ <http://garant.net.osu.ru>
2. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: электронное периодическое издание справочная правовая система. / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», [1992–2024].
3. <http://edu.garant.ru/garant/study/> - Интернет-версия ГАРАНТ-Образование, Система ГАРАНТ для студентов, аспирантов и преподавателей

Специализированное ПО, используемое при реализации образовательных программ ФизФ

1. "Облако знаний.Школа", облачный сервис <https://school.imumk.ru> Договор от 21.12.2021 № СКАН_132/223-4.2.1.2/49 ООО "ФИЗИКОН ЛАБ" 5 лет (по 20.12.2026г)
2. "Виртуальный практикум по физике для вузов" облачный сервис <https://school.imumk.ru> Договор №281/57 от 15.12.2021 ООО "ФИЗИКОН ЛАБ" 5 лет (по 15.12.2026г)

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.