

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Проректор БГУ по учебной работе

_____ А.Л.Толстик

(подпись)

_____ 27.09.2012г.

(дата утверждения)

Регистрационный № УД- 8268 /баз.

ТЕХНИКА ЛАЗЕРОВ

Учебная программа для специальности

1-31 04 01 Физика (по направлениям)

(1-31 04 01-01 научно-исследовательская деятельность)

(1-31 04 01-03 научно-педагогическая деятельность)

(1-31 04 01-04 управленческая деятельность)

2012 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

А.П. Зажогин – доктор физико-математических наук, профессор кафедры лазерной физики и спектроскопии физического факультета Белорусского государственного университета

Рецензенты:

М.Б. Шундалов — кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физической оптики физического факультета Белорусского государственного университета;

А.Л. Толстик — проректор по учебной работе Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук, профессор.

Рекомендована к утверждению:

Кафедрой лазерной физики и спектроскопии Белорусского государственного университета (протокол № 12 от 20 апреля 2012);

Учебно-методической комиссией физического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 9 от 15.05 2012 г.).

Рассмотрена научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 5 от 28.05 2012 г.).

Ответственный за редакцию: А.П. Зажогин

Ответственный за выпуск: А.П. Зажогин

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

С создания первого лазера началось бурное развитие лазерной техники. Лазеры стали широко применяться в самых различных областях науки и техники. В мире существует огромное множество лазеров, работающих на разных активных средах, использующих различные способы накачки (инвертирования) этих сред, отличающихся размерами, данными выходной мощности или энергии и характеристиками самого излучения. В настоящее время основными лазерами, которые хорошо разработаны и нашли широкое применение, являются следующие типы лазеров: 1) твердотельные (на кристаллах и стеклах); 2) газовые; 3) лазеры на красителях; 4) химические; 5) полупроводниковые; 6) лазеры на центрах окраски; 7) лазеры на свободных электронах; 8) рентгеновские. В настоящем курсе лекций рассмотрены только три основных типа лазеров, физические принципы работы которых характерны для большого класса лазеров и которые нашли самое широкое применение в лазерной технологии. Это твердотельные, газовые и полупроводниковые лазеры.

Целью предлагаемого курса лекций является расширение и углубление знаний об общей природе оптических явлений, ознакомление студентов с современным состоянием и перспективами развития лазерной техники, изучение основ физики и техники лазеров, особенностей распространения и преобразования лазерного излучения оптическими элементами и системами, принципов действия и технических характеристик лазеров различных типов, освоение терминологии, применяемой в лазерной физике и технике, получение навыков практической работы с лазерами и исследований процессов в лазерах и характеристик их излучения, юстировки лазеров и техники безопасности при работе с лазерами.

Перечень вопросов, включенных в программу дисциплины, превосходит реальные возможности их изучения в объеме часов, установленном примерным учебным планом, и составлен с целью возможного их выбора и установления глубины их изучения при составлении рабочей программы для определенной специальности.

Часть разделов дисциплины может предлагаться студентам для самостоятельного изучения, выполнения контрольных работ и рефератов.

Предлагаемый курс ориентирован на физиков-управленцев, которые готовятся по специализации лазерная физика и спектроскопия. При этом учитывается то обстоятельство, что студенты имеют определенный уровень знаний в области лазерной физики и классической спектроскопии, оптоэлектроники.

Программа курса составлена в соответствии с требованиями образовательных стандартов.

Общее количество часов — 40; аудиторное количество часов — 26, из них: лекции — 18, контролируемая самостоятельная работа (КСР) студентов — 8. Форма отчетности — зачет.

Закрепление полученных знаний студентами осуществляется при прохождении ими лабораторного практикума по физике лазеров.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№п/п	Наименование разделов, тем	Количество часов					Самост. работ
		Аудиторные					
		Лекции	Практич., семинар.	Лаб. занят.	КСР		
1	Введение. Устройство и основные элементы твердотельных лазеров. Активные элементы.	1	0	0	1	1	
2	Резонаторы.	1	0	0	0	1	
3	Системы оптической накачки.	1	0	0	1	1	
4	Источники питания импульсных ламп накачки.	1	0	0	1	1	
5	Отражатели. Системы термостабилизации активного вещества лазеров.	1	0	0	0	1	
6	Газовые лазеры малой и средней мощности. Атомарные газовые лазеры.	1	0	0	0	1	
7	Молекулярные газовые лазеры.	1	0	0	0	1	
8	Ионные газовые лазеры.	1	0	0	0	1	
9	Источники питания непрерывных газовых лазеров.	1	0	0	1	1	
10	Лазеры на самоограниченных переходах.	1	0	0	0	1	
11	Управление параметрами излучения лазера.	1	0	0	1	1	
12	Селекция мод.	1	0	0	1	1	
13	Методы юстировки лазеров. Измерения параметров лазеров.	2	0	0	0	1	
14	Техника безопасности при работе с лазерами.	1	0	0	0	0	
15	Генерация мощных и сверхмощных импульсов.	1	0	0	0	0	
16	Применение лазеров	1	0	0	1	0	
17	Полупроводниковые лазеры. Инжекционные лазеры. Гомолазеры. Гетеролазеры	1			1	1	
		18	0	0	8	14	

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Введение. Устройство и основные элементы твердотельных лазеров. Активные элементы (состав, методы выращивания, условные обозначения, спектральные, оптические и генерационные характеристики).

Резонаторы. Конструкция резонатора. Типы резонаторов. Зеркала. Изготовление отражающих покрытий. Требования к юстировке резонаторов различных типов.

Системы оптической накачки. Конструкция газоразрядных ламп для оптической накачки активных элементов. Электрические и световые параметры газоразрядных ламп для оптической накачки. Светодиодная накачка.

Источники питания импульсных ламп накачки. Блок- схема источников питания. Накопители. Системы зарядки накопителей. Разрядный контур. Управление параметрами зарядки.

Отражатели. Конструкции отражателей. Изготовление отражателей и отражательных покрытий (зеркальных, диффузных). Методы повышения КПД отражателей.

Системы термостабилизации активного вещества лазеров. Способы термостабилизации. Замкнутые жидкостные и газовые системы охлаждения. Характеристики и требования к жидкостным и газовым хладагентам. Конструкции контактных систем охлаждения твердотельных активных элементов.

Газовые лазеры малой и средней мощности. Атомарные газовые лазеры. Конструкции излучателей. Общее давление смеси газов гелия и неона, и их оптимальное соотношение. Обоснование оптимального произведения общего давления газовой среды на диаметр капилляра. Коэффициенты усиления и требования к коэффициентам отражения зеркал для различных линий генераций.

Молекулярные газовые лазеры. Конструкции излучателей. Требования к материалам для изготовления газоразрядной трубки и окошек лазера ИК диапазона на CO_2 . Общее давление смеси газов гелия, азота и углекислого газа, и их оптимальное соотношение. Обоснование оптимального произведения общего давления газовой среды на диаметр капилляра.

Ионные газовые лазеры. Конструкции излучателей. Требования к материалам для изготовления газоразрядной трубки и окошек аргонового лазера. Эффект увеличения давления газа у катода при работе лазера и его устранение. Влияние величины магнитного поля на генерационные характеристики. Влияние давления на эффективность генерации. Влияние диаметра капилляра на эффективность работы лазера. Методы селекции излучения.

Источники питания непрерывных газовых лазеров. Характеристики тлеющего и дугового разряда. Обоснование выбора типа источника питания для лазеров, использующих тлеющий разряд для возбуждения газовой среды (атомарные, молекулярные) и дуговой (ионные). Электрические схемы питания тлеющего разряда. Управляемые выпрямители как источники питания дугового разряда.

Лазеры на самоограниченных переходах. Требования к активным средам. Лазер на молекулярном азоте. Конструкции лазерных головок с продольной, поперечной накачкой. Повышение мощности генерации за счет повышения давления газа и явления контракции разряда. Методы устранения возможности контракции разряда. Источники получения высоковольтных наносекундных электрических импульсов для возбуждения генерации.

Управление параметрами излучения лазера. Принципы работы лазеров с модулированной добротностью. Механические модуляторы (дисковые, призмные) и их характеристики. Электрооптические модуляторы на эффекте Поггеля и их характеристики. Фототропные затворы.

Селекция мод. Принципы селекции мод (внутрирезонаторные и внерезонаторные селекторы и требования к ним). Селекция поперечных мод (внутрирезонаторная - расстройкой резонатора, введением диафрагмы, призмы полного внутреннего отражения, внерезонаторная - введением диафрагмы). Селекция продольных мод (внутрирезонаторная и внерезонаторная).

Методы юстировки лазеров. Требования к юстировке различных типов лазеров (твердотельные- рубин, гранат, стекло, газовые). Автоколлимационный метод юстировки (устройство АКТ-200, предел юстировки). Юстировка методом оптического рычага с помощью вспомогательного лазера. Интерференционный метод юстировки.

Измерения параметров лазеров. Методы измерения энергии и мощности лазеров. Измерители мощности. Измерение расходимости лазерного излучения (понятие о ближней и дальней зонах). Временные измерения.

Техника безопасности при работе с лазерами. Физиологические эффекты. Санитарные нормы и стандарты безопасной работы с лазерами и лазерным излучением. Основные требования и ограничения к защитным устройствам при работе с лазерным излучением. Дозиметрия лазерного излучения.

Генерация мощных и сверхмощных импульсов. Методы построения оптических схем мощных и сверхмощных лазерных установок. Усилители лазерного излучения. Элементы развязки (затворы на эффектах Покейльса и Фарадея). Методы деления лучи задающего лазера на n -ое количество каналов усиления. Твердотельные лазеры. Лучевая прочность твердотельных сред. Газовые лазеры (лазеры на CO_2 и J).

Практическое применение лазеров. Селективная фотохимия. Разделение изотопов. Использование в промышленности (резка, сварка, пробивка отверстий, закалка и т.д.). Применение в экологических исследованиях.

Полупроводниковые лазеры. Инжекционные лазеры. Гомолазеры. Гетеролазеры.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Формы контроля знаний

1. Реферативные работы

Темы реферативных работ

1. Расчет просветляющих многослойных диэлектрических покрытий.
2. Расчет зеркальных многослойных диэлектрических покрытий.
3. Физические основы лазерной технологии обработки материалов.
4. Физические основы работы фототропных затворов на твердом теле.
5. Применение лазеров в экологических исследованиях:

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

а) Основная

1. Ю.В.Байборodin. Введение в лазерную технику. -Киев.: Техника. 1977
2. С.Г.Рябов, Г.Н.Торопкин, И.Ф.Усольцев. Приборы квантовой электроники. - М.: Радио и связь. 1985
3. И.И.Пахомов, О.В.Рожков, В.Н.Рождествин. Оптики-электронные квантовые приборы. - М.: Радио и связь.1982
4. Дж. Реди. Промышленные применения лазеров. - М.: Мир.1981
5. О.Звелто. Принципы лазеров. - М.: Мир. 1984

б) Дополнительная

1. Ф. Качмарек. Введение в физику лазеров. - М.: Мир. 1981.
2. В.И.Донин. Мощные ионные лазеры. - Новосибирск.: Наука
3. В.Витteman. СО₂-лазер. - М.:Мир. 1991
4. Н.И.Коротеев, И.Л.Шумай. Физика мощного лазерного излучения.- М.:Наука. 1990
5. Технологические лазеры. В 2 томах. - М.:Машиностроение. 1991