

Кафедра Лазерных систем

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 16.04.01 Техническая физика

ФГОС введен в действие приказом №1486 от 21.11.2014 г. , дата утверждения: 16.12.2014 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 16.04.01 Техническая физика

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ЛС, протокол заседания кафедры №_____ от_____

Утверждена на совете физико-технического факультета, протокол №_____ от_____

Программу разработал:

доцент, к.ф-м.н. ЛС Пивцов В. С.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.ф-м.н. Титов Е. А.

Ответственный за образовательную программу:

профессор, д.ф-м.н. Титов Е. А.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.1 способность к профессиональной эксплуатации современного научного и технологического оборудования и приборов, в соответствии с целями программы магистратуры; <i>в части следующих результатов обучения:</i>
31. знать методы расчета и управления параметрами твердотельных лазеров и их области применения
Компетенция ФГОС: ОПК.2 способность демонстрировать и использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук; <i>в части следующих результатов обучения:</i>
31. знать физику твердотельных лазеров, их особенности в сравнении с другими типами лазеров

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Твердотельные лазеры</i>	
ОПК.2.31 знать физику твердотельных лазеров, их особенности в сравнении с другими типами лазеров	
1.об областях применения твердотельных лазеров	Лекции; Практические занятия
ОПК.1.31 знать методы расчета и управления параметрами твердотельных лазеров и их области применения	
2.о методах расчета элементов оптических резонаторов и параметров выходного излучения твердотельных лазеров в различных режимах	Лекции; Практические занятия
3.об особенностях конструирования мощных лазерных систем в различных режимах	Лекции; Практические занятия
4.о методах измерения параметров выходного излучения лазеров	Практические занятия
ОПК.2.31 знать физику твердотельных лазеров, их особенности в сравнении с другими типами лазеров	
5.об основных эффектах при прохождении сверхкоротких импульсов через различные среды (включая дисперсионные, нелинейные, резонансные и нерезонансные)	Лекции; Практические занятия
6.о различных типах твердотельных лазеров и их особенностях	Лекции; Практические занятия
ОПК.1.31 знать методы расчета и управления параметрами твердотельных лазеров и их области применения	
7.приближенные методы расчета параметров выходного излучения твердотельных лазеров в различных режимах	Практические занятия
8.основы конструирования типичных схем твердотельных лазеров в различных режимах	Лекции; Практические занятия
9.особенности управления параметрами выходного излучения твердотельных лазеров в различных режимах	Лекции
ОПК.2.31 знать физику твердотельных лазеров, их особенности в сравнении с другими типами лазеров	
10.типичные методы измерения параметров выходного излучения лазеров	Практические занятия
ОПК.1.31 знать методы расчета и управления параметрами твердотельных лазеров и их области применения	
11.типичные характеристики выходного излучения твердотельных лазеров (энергетические, спектральные, временные)	Лекции; Практические занятия
12.определять возможность использования конкретных типов твердотельных лазеров в интересующей его области	Лекции; Практические занятия
ОПК.2.31 знать физику твердотельных лазеров, их особенности в сравнении с другими типами лазеров	

13.определять необходимый режим работы лазера и характеристики его излучения	Лекции
ОПК.1.31 знать методы расчета и управления параметрами твердотельных лазеров и их области применения	
14.выбирать подходящую для этого конфигурацию резонатора и оптические элементы с соответствующими характеристиками	Лекции; Практические занятия
ОПК.2.31 знать физику твердотельных лазеров, их особенности в сравнении с другими типами лазеров	
15.теоретически оценивать основные параметры излучения лазера с выбранной конфи-гурацией	Лекции; Практические занятия
ОПК.1.31 знать методы расчета и управления параметрами твердотельных лазеров и их области применения	
16.оценки возможности применения различных типов твердотельных лазеров в задан-ной научной или технической области и расчета необходимых для этого параметров лазеров	Лекции; Практические занятия

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 1			
Дидактическая единица: Основные элементы твердотельных лазеров			
1. Введение. Основные понятия, обозначения. Необходимые сведения из квантовой механики.	0	2	1
2. Активированные ионные кристаллы как активные лазерные среды. Схемы рабочих уровней наиболее распространенных кристаллов.	0	2	1, 11, 12, 16, 6, 8
3. Активированные стекла как активные лазерные среды.	0	2	1, 12, 16, 6, 8
4. Кристаллы с центрами окраски как активные лазерные среды. Способы создания центров окраски и их характеристики.	0	2	1, 12, 16, 6, 8
5. Системы накачки твердотельных лазеров: - ламповая; - лазерная, включая полупроводниковую; - другие виды накачек.	0	4	12, 16, 2, 3, 8
6. Системы охлаждения активных элементов твердотельных лазеров.	0	2	12, 13, 16, 2, 3, 8
7. Резонаторы твердотельных лазеров: общие сведения; устойчивые резонаторы; неустойчивые резонаторы; резонаторы с вращением поля, непланарные резонаторы; кольцевой резонатор.	0	2	14, 16, 2, 8
8. Однопроходные усилители. Усилительные каскады мощных твердотельных лазерных систем.	0	2	12, 14, 16, 2, 3, 8
Семестр: 2			
Дидактическая единица: Параметры излучения и методы их измерения			
9. Режим свободной генерации твердотельных лазеров. Энергетические и временные характеристики излучения.	0	4	1, 11, 13, 6
10. Режим генерации с модуляцией добротности. Характеристики излучения твердотельных лазеров с модуляцией добротности. Методы управления параметрами излучения.	0	2	1, 13, 15, 16, 6, 8, 9
11. Типы модуляторов добротности, их основные характеристики.	0	2	14, 2, 8

12. Режим синхронизации мод: - принципы и способы синхронизации мод; типичные схемы лазеров с синхронизацией мод и усилителей; - измерение параметров импульсов; - особенности применения лазеров фемтосекундного диапазона.	0	2	1, 12, 14, 16, 6, 8
Дидактическая единица: Прохождение лазерного излучения через вещество			
13. Прохождение сверхкоротких импульсов через резонансные среды.	0	2	12, 5, 9
Дидактическая единица: Типы твердотельных лазеров и режимы генерации			
14. Полупроводниковые лазеры: - принцип действия, - гомо- и гетероструктуры для полупроводниковых лазеров.	0	2	1, 13, 16, 6, 9
15. Волоконная оптика: - волоконные моды, - волоконные лазеры.	0	2	1, 11, 12, 13, 16, 6, 8
16. Лазеры на нелинейных эффектах: - ВКР, - ВРМБ, - параметрические генераторы.	0	2	1, 11, 13, 16, 6, 8

Таблица 3.2

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 1				
Дидактическая единица: Основные элементы твердотельных лазеров				
1. Резонаторы: общие сведения; устойчивые резонаторы; неустойчивые резонаторы; резонаторы с вращением поля, непланарные резонаторы; кольцевой резонатор.	2	2	1, 14, 16, 2, 8	Введение. Основные понятия, обозначения. Необходимые сведения из квантовой механики.
5. Свойства однопроходных усилителей.	2	2	1, 11, 15, 3, 7	Введение. Основные понятия, обозначения. Необходимые сведения из квантовой механики.
Семестр: 2				
Дидактическая единица: Параметры излучения и методы их измерения				
2. Методы селекции мод: - селекторы; - селекция поперечных мод; - селекция продольных мод.	4	4	1, 14, 16, 2, 7, 8	Введение. Основные понятия, обозначения. Необходимые сведения из квантовой механики.
3. Вывод балансных уравнений для населенностей (3-х и 4-х уровневые схемы, инверсия, интенсивность насыщения).	2	2	1, 2, 5, 7	Введение. Основные понятия, обозначения. Необходимые сведения из квантовой механики.
4. Вывод уравнений переноса энергии. Скоростные уравнения.	2	2	1, 15, 7	Введение. Основные понятия, обозначения. Необходимые сведения из квантовой механики.
6. Режим свободной генерации. Расчет оптимальных характеристик лазерных элементов.	6	6	1, 10, 14, 15, 4, 7	Введение. Основные понятия, обозначения. Необходимые сведения из квантовой механики.
7. Режим генерации с модуляцией добротности. Расчет оптимальных характеристик лазерных элементов. Управление параметрами излучения.	4	4	1, 10, 11, 15, 2, 3, 7	Введение. Основные понятия, обозначения. Необходимые сведения из квантовой механики.

8. Режим генерации с синхронизацией мод: - фазовая модуляция импульсов; - распространение импульсов через различные среды (нерезонансные и непоглощающие);	6	6	1, 10, 15, 16, 2, 5, 7	Введение. Основные понятия, обозначения. Необходимые сведения из квантовой механики.
Дидактическая единица: Прохождение лазерного излучения через вещество				
11. Лазеры на нелинейных эффектах: - ВКР, - ВРМБ, - параметрические генераторы.	4	4	1, 11, 12, 15, 6, 8	Введение. Основные понятия, обозначения. Необходимые сведения из квантовой механики.
Дидактическая единица: Типы твердотельных лазеров и режимы генерации				
9. Полупроводниковые лазеры: - основные характеристики, - методы управления и режимы работы.	2	2	1, 11, 12, 15, 6, 8	Введение. Основные понятия, обозначения. Необходимые сведения из квантовой механики.
10. Волоконная оптика: - распространение излучения, - нелинейная волоконная оптика.	2	2	1, 11, 12, 15, 6, 8	Введение. Основные понятия, обозначения. Необходимые сведения из квантовой механики.

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 1				
1	Курсовая работа		26	2
Цель работы - уметь самостоятельно разобраться с новой темой. Предлагается на выбор ряд тем, которые или не рассматривались в лекциях, или представляют собой более углубленное изучение рассмотренных на лекциях тем. Студент может предложить свою тему. Выбор тем происходит в начале семестра. Студент должен самостоятельно разобраться с выбранной темой и написать курсовую работу. Возможны неоднозначные решения. Объем курсовых работ 10-20 рукописных страниц. Студенты, тема практики у которых связана с исследованием или разработкой твердотельных лазеров, пишут отчет по своей работе. Курсовая работа оценивается как дифференциальный зачет. Типичные предлагаемые темы курсовых работ: 1. Рассчитать аналитически матричным методом симметричный Z-образный резонатор титанового лазера. Элемент из $\text{Ti:Al}_2\text{O}_3$: длина - 10 мм, $r = 0,8$ мкм; полная длина резонатора $L=150$ см; радиус кривизны сферических зеркал $R=100$ мм. Рассчитать параметры пучка в центре активного элемента и на зеркалах, компенсацию астигматизма, зону устойчивости				
2	Подготовка к занятиям		20	0
Изучение тем, рассмотренных на лекциях				
3	Подготовка к аттестации		20	2
Повторение теоретического материала				
Семестр: 2				
1	Подготовка к занятиям		30	0
Изучение тем, рассмотренных на лекциях				
2	Подготовка к аттестации		35	5
Повторение теоретического материала				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail; Портал НГТУ
Консультирование	e-mail
Размещение учебных материалов	ЭБС

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм	Коды формируемых компетенций
1	Метод проектов	ОПК.1 ОПК.2
Формируемые умения: з1. знать методы расчета и управления параметрами твердотельных лазеров и их области применения ; з1. знать физику твердотельных лазеров, их особенности в сравнении с другими типами лазеров		
Краткое описание применения:		

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS.

Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 1		
<i>Практические занятия:</i>	30	80
<i>Курсовая работа:</i>	0	100
<i>Зачет:</i>	10	20
<i>Зачет:</i>	0	20
Семестр: 2		
<i>Практические занятия:</i>	30	80
<i>Зачет:</i>	0	20
<i>Зачет:</i>	10	20

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля	
		Защита КП/КР	Зачет
ОПК.1	з1. знать методы расчета и управления параметрами твердотельных лазеров и их области применения	+	+
ОПК.2	з1. знать физику твердотельных лазеров, их особенности в сравнении с другими типами лазеров	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Прикладная оптика : [учебное пособие для вузов, обучающихся по направлению подготовки 200200 - Опотехника и оптическим специальностям] / [Л. Г. Бибчук и др.] ; под ред. Н. П. Заказнова. - СПб. [и др.], 2007. - 311, [1] с. : ил.
2. Литвинов О. С. Электромагнитные волны и оптика : учебное пособие для вузов / О. С. Литвинов, В. С. Горелик. - М., 2006. - 446, [1] с. : ил.

Дополнительная литература

1. Пергамент М. И. Методы исследований в экспериментальной физике : [учебное пособие для вузов по направлению "Прикладная математика и физика"] / М. И. Пергамент. - Долгопрудный, 2010. - 300 с. : ил., табл.
2. Качмарек Ф. Введение в физику лазеров : [монография] / Ф. Качмарек ; пер. с пол. В. Д. Новикова, под ред. М. Ф. Бухенского. - М., 1981. - 540 с. : ил., схемы, фот.
3. Herrmann J. Lasers for ultrashort light pulses : with 143 figures and 10 tables / J. Herrmann, W. Bernd. - Berlin, 1987. - 302 p.
4. Заказнов Н. П. Теория оптических систем : [учебное пособие для вузов по направлению 200200 - "Опотехника" и оптическим специальностям] / Н. П. Заказнов, С. И. Кирюшин, В. И. Кузичев. - СПб. [и др.], 2008. - 446, [1] с. : ил.
5. Koechner W. Solid-State Lasers : A Graduate Text / Walter Koechner, Michael Bass. - New York, 2003. - XI, 409 p. : ill.. - Пер. загл.: Твердотельные лазеры.
6. Трофимова Т. И. Курс физики : учебное пособие для инженерно-технических специальностей вузов / Т. И. Трофимова. - М., 2008. - 557, [1] с. : ил., табл.
7. Малышев В. А. Основы квантовой электроники и лазерной техники : [учебное пособие для вузов по специальности "Электронные приборы и устройства" направления "Электроника и микроэлектроника"] / В. А. Малышев. - М., 2005. - 542, [1] с. : ил.
8. Дудкин В. И. Квантовая электроника. Приборы и их применение : [учебное пособие для вузов по направлению подготовки 140400 - "Техническая физика"] / В. И. Дудкин, Л. Н. Пахомов. - М., 2006. - 432 с. : ил.
9. Звелто О. Принципы лазеров : пер. с англ. / О. Звелто ; пер. с англ. Е. В. Сорокина и [др.], под ред. Т. А. Шмаонова. - М., 1990. - 558 с. : ил.
10. Карлов Н. В. Лекции по квантовой электронике : [учебное руководство] / Н. В. Карлов. - М., 1988. - 334, [2] с. : ил., схемы
11. Херман Й. Лазеры сверхкоротких световых импульсов : [монография] : пер. с нем. / Й. Херман, Б. Вильгельми ; под ред. П. Г. Крюкова. - М., 1986. - 368 с. : ил.
12. Ярив А. Квантовая электроника и нелинейная оптика : пер. с англ. / А. Ярив ; пер. с англ. А. А. Барыбина [и др.], под ред. О. Г. Вендика, Я. И. Ханина. - М., 1973. - 454, [1] с. : граф.
13. Микаэлян А. Л. Оптические генераторы на твердом теле : [монография] / А. Л. Микаэлян, М. Л. Тер-Микаэлян, Ю. Г. Турков. - М., 1967. - 383, [1] с. : ил., схемы

14. Бондаренко В. С. Акустооптические модуляторы света / В. С. Бондаренко, В. П. Зоренко, В. В. Чкалова. - М., 1988. - 134, [1] с. : ил., табл.
15. Ландау Л. Д. Теоретическая физика. В 10 т.. Т. 3. Квантовая механика (нерелятивистская теория) : учебное пособие / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. - М., 2001. - 803 с.

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Быков В. П. Лазерные резонаторы / В. П. Быков, О. О. Силичев. - М., 2004. - 319 с., [1] л. вкл.

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 Excel

2 Word

9. Материально-техническое обеспечение

Компьютерный класс

№	Наименование	Назначение
1	Компьютерный класс	Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet