

Белорусский государственный университет



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

А.Л. Толстик

(подпись)

29 июля 2015 г.

(дата утверждения)

Регистрационный № УД- 753 /уч.

ЛАЗЕРЫ С ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ НАКАЧКОЙ

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
высшего образования второй ступени**

1-31 80 05 Физика

1-31 81 02 - Фотоника

Минск 2015 г.

Учебная программа составлена на основе Образовательных стандартов ОСВО 1-31 80 05-2012 и ОСВО 1-31 81 02-2012; учебных планов № G31-240/уч. и № G31-040/уч.

СОСТАВИТЕЛЬ:

И.В. Сташкевич — доцент кафедры лазерной физики и спектроскопии Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент физики;

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой лазерной физики и спектроскопии физического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 11 от 29 апреля 2015 г.);

Советом физического факультета (протокол № 10 от 18 июня 2015 г.).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа учебной дисциплины "Лазеры с полупроводниковой накачкой" разработана для специальностей второй ступени высшего образования 1-31 80 05 Физика и 1-31 81 02 – Фотоника.

Целью учебной дисциплины является освоение магистрантами основных особенностей лазеров с полупроводниковой накачкой, которые привели к созданию нового поколения лазерной техники с высоким к.п.д. и значительно более низкой себестоимостью. *Основная задача учебной дисциплины* дать представление о накачке лазеров источниками с узким спектром, а также накачке активных сред с узкими полосами поглощения. Рассматриваются 3 типа таких лазеров: твердотельные лазеры с диодным возбуждением, лазеры на парах щелочных металлов с диодной накачкой и волоконные лазеры. В рамках данного спецкурса рассматриваются вопросы однородного и неоднородного уширения спектральных линий и влияние термодинамических параметров среды на ширину линий поглощения (для лазеров на парах щелочных металлов). Рассматриваются полупроводниковые лазеры накачки и возможные диапазоны их генерации. Из твердотельных лазеров с диодным возбуждением изучаются неодимовый, иттербиевый и эрбий – иттербиевый лазеры. Анализируются четырех- и квазитрехуровневые схемы генерации. Для лазеров на парах щелочных металлов рассматривается согласование спектров источника возбуждения и активной среды и оптическая эффективность накачки. Для волоконных лазеров рассматриваются схемы создания обратной связи в оптоволокне, схемы накачки и волоконные элементы для ее осуществления. Анализируются схемы энергетических уровней активных добавок и типы резонаторов. *Материал курса основан* на знаниях и представлениях, заложенных в следующих дисциплинах: «Физика лазеров», «Волоконная оптика», «Оптоэлектроника», «Лазеры и лазерные системы».

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- основные особенности лазеров с диодной накачкой;

уметь:

- прогнозировать эффекты и явления, возникающие при оптическом возбуждении сред с узкой полосой поглощения;

владеть:

- базовыми принципами построения схем лазеров с диодным возбуждением.

Общее количество часов – 40; аудиторное количество часов — 20 (лекции). Форма получения высшего образования — очная, дневная.

Занятия проводятся на 1-м курсе в 1 семестре для специальности 1-31 80 05 Физика и во 2 семестре 1-31 81 02 – Фотоника.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине — зачет (совместно с дисциплинами «Полупроводниковые функциональные элементы в оптике» и «Оптика полимеров и жидких кристаллов»).

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Спектры поглощения лазерных сред. Однородное и неоднородное уширение спектральных линий. Усиление света в веществах с однородным уширением. Усиление света в средах с неоднородным уширением спектральных линий.
2. Полупроводниковые лазеры накачки. Энергетическая структура полупроводников. Лазеры на двойном гетеропереходе. Спектральные характеристики полупроводниковых лазеров.
3. Твердотельные лазеры с диодной накачкой. Концентрационное тушение люминесценции. Передача энергии возбуждения. Поглощение из возбужденного состояния.
4. Неодимовые лазеры. Четырехуровневая схема генерации. Квази трехуровневая схема генерации. Квантовая эффективность генерации.
5. Иттербиевые и эрбий – иттербиевые лазеры. Иттербиевый лазер. Эрбий – иттербиевый лазер.
6. Лазеры на парах щелочных металлов. Спектры щелочных металлов. Влияние температуры и давления на ширину линии поглощения. Буферные газы. Квантовая эффективность генерации. Отведение тепла из зоны генерации.
7. Волоконные лазеры. Оптические элементы резонаторов. Активное оптоволокно. Концентрация активных ионов в волокне. Эрбиевый волоконный лазер. Иттербиевый волоконный лазер.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	КСР		
1	Спектры поглощения лазерных сред. Однородное и неоднородное уширение спектральных линий.	2						
2	Полупроводниковые лазеры накачки.	2						Устный опрос
3	Твердотельные лазеры с диодной накачкой. Концентрационное тушение люминисценции.	2						Устный опрос
4	Неодимовые лазеры с 4-х и квази 3-х уровневой схемой.	4						Устный опрос
5	Иттербиевые и эрбий – иттербиевые лазеры.	2						Устный опрос
6	Лазеры на парах щелочных металлов. Спектры щелочных металлов.	2						Устный опрос
7	Лазеры на парах щелочных металлов. Квантовая эффективность и отведение тепла.	2						Устный опрос
8	Волоконные лазеры. Оптические элементы резонаторов.	2						Устный опрос
9	Волоконные лазеры. Эбиевый и иттербиевый лазеры.	2						Устный опрос
		20						Зачет

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. І.В. Сташкевіч. Фізіка лазераў. Мн. 2006.
2. О. Звелто. Принципы лазеров. М., 1984, 1990
3. Храмов В.Ю. Расчет элементов лазерных систем для информационных и технологических комплексов / В.Ю.Храмов. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2008. – 79 с.
4. Ф. Качмарек. Введение в физику лазеров. Мир, М. , 1981
5. Л.В. Тарасов. Лазеры и их применение. М., 1983
6. Дианов Е. М., Прохоров А. М. Лазеры и волоконная оптика // Успехи физических наук. — 1986. — Т. 148, вып. 2. —С. 289—311.
7. He Cai ; You Wang at all. Reviews of a Diode-Pumped Alkali Laser (DPAL): a potential high-powered light source. Proc. SPIE 9521, 2014, Part I, 95211U

Дополнительная

1. Г.М. Зверев, Ю.Д. Голяев. Лазеры на кристаллах и их применение. М., 1994.
2. Промышленное применение лазеров. Под ред. Г. Кёбнера, М., 1988
3. А. Ярив. Квантовая электроника. М., 1980
4. У. Дьюли. Лазерная технология и анализ материалов. М. 1986
5. Б.Ф. Федоров. Лазеры. Основы устройства и применение. М. 1988
6. Л.В. Тарасов. Физика процессов в генераторах когерентного оптического излучения. М., 1981
7. Ю.А. Ананьев. Оптические резонаторы и лазерные пучки. М., Наука, 1990
8. Лазерная физика и оптические технологии: сборник тезисов IX межд. научной конференции 30 мая – 2 июня 2012, Гродно. Изд.: Институт физики НАН Беларуси. – 304 с.
9. Складов О. К. Волоконно-оптические сети и системы связи: Учебное пособие. — 2-е изд., стер. — СПб.: «Лань», 2010. — 272 с.

Перечень используемых средств диагностики результатов учебной деятельности

1. Устные опросы.

Примерный перечень мероприятий для контроля качества усвоения знаний по учебной дисциплине

Перечень тем для устного опроса

1. Особенности твердотельных лазеров с диодным возбуждением.
2. Неодимовые лазеры с 4-х и квази 3-х уровневой схемой.
3. Иттербиевые лазеры.
4. Волоконные лазеры.
5. Лазеры на щелочных металлах с диодным возбуждением.
6. Квантовая эффективность лазеров с диодной накачкой.

Рекомендации по контролю качества усвоения знаний и проведению аттестации

Для текущего контроля качества усвоения знаний по учебной дисциплине рекомендуется использовать устные опросы. Устные опросы проводятся в соответствии с учебно-методической картой дисциплины. В случае неявки на устный опрос по уважительной причине студент вправе по согласованию с преподавателем выполнить его в дополнительное время. Для студентов, получивших неудовлетворительные оценки за устные опросы, либо не явившихся по неуважительной причине, по согласованию с преподавателем и с разрешения заведующего кафедрой мероприятие может быть проведено повторно.

Оценка каждого из устных ответов проводится по десятибалльной шкале. Оценка текущей успеваемости рассчитывается по формуле:

$$\text{оценка} = 0,8 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n \text{устн}_i}{n} + \text{ПБ} - \text{ШБ},$$

где *оценка* – это оценка текущей успеваемости, *устн_i* – оценка по десятибалльной шкале за устный ответ, *n* – количество устных ответов, *ПБ* – поощрительные баллы, начисляемые за выполнение дополнительных (необязательных) заданий, активность на занятиях (максимум 2 балла за семестр), *ШБ* – штрафные баллы, которые начисляются за пропуски занятий, систематическое опоздание, нарушение учебной дисциплины.

Текущая аттестация по учебной дисциплине проводится в форме зачета ((совместно с дисциплинами «Полупроводниковые функциональные элементы в оптике» и «Оптика полимеров и жидких кристаллов»), к зачету допускаются студенты, чья оценка текущей успеваемости не менее 4 баллов.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название Кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Волоконная оптика	Кафедра лазерной физики и спектроскопии	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения	Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте (протокол № 11 от 29 апреля 2015 г.)
Физика лазеров	Кафедра лазерной физики и спектроскопии	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения	Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте (протокол № 11 от 29 апреля 2015 г.)
Оптоэлектроника	Кафедра лазерной физики и спектроскопии	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения	Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте (протокол № 11 от 29 апреля 2015 г.)
Лазеры и лазерные системы	Кафедра лазерной физики и спектроскопии	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения	Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте

[illegible]

_____ Е.С. Воропай

В.М. АНИЩИК