

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
и образовательным инновациям

О.И. Чуприс

(подпись)

(дата утверждения)

Регистрационный № УД- 5707 /уч.

**ЛАЗЕРЫ С ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ НАКАЧКОЙ
И ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ
В ОПТИКЕ**

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для второй ступени высшего образования
по специальности 1-31 80 05 Физика**

Минск 2018 г.

Учебная программа составлена на основе Образовательного стандарта ОСВО 1-31 80 05-2012; учебного плана № G31-040/уч. от 30.05.2012 г.

СОСТАВИТЕЛИ:

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

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

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой лазерной физики и спектроскопии физического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 18 от 22 июня 2018 г.);

Научно-методическим Советом Белорусского государственного университета (протокол № 7 от 13 июля 2018 г.).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа дисциплины «Лазеры с полупроводниковой накачкой и полупроводниковые функциональные элементы в оптике» разработана для второй ступени высшего образования (магистратуры) с углубленной подготовкой специалиста по направлению 1-31 80 05 – Физика (1 год).

Целью учебной дисциплины является углубление студентами основных сведений об особенностях работы полупроводниковых функциональных элементов, использования полупроводниковых лазеров для накачки и особенностей генерации лазеров с полупроводниковой накачкой.

Основная задача учебной дисциплины дать представление о работе полупроводниковых функциональных элементов, методах и устройствах, применяющих полупроводниковые лазеры для накачки твердотельных лазеров, а также рассмотреть особенности твердотельных лазеров с полупроводниковой накачкой, волоконных лазеров и лазеров на парах щелочных металлов.

В настоящее время полупроводниковые функциональные оптические элементы (лазеры, оптические усилители) широко используются в качестве компактных источников когерентного излучения в системах передачи данных, накачки твердотельных лазеров, системах считывания информации и других применениях. В зависимости от методов создания инверсной населенности классифицируются различные типы полупроводниковых лазеров и усилителей.

Целью предлагаемой дисциплины является расширение и углубление знаний об общей природе оптических явлений, ознакомление студентов с современным состоянием и перспективами развития полупроводниковой лазерной техники, твердотельных, волоконных и газовых лазеров с полупроводниковой накачкой, изучение основ физики и техники таких 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, 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.

В результате изучения дисциплины магистрант должен

знать:

– теоретические основы физических процессов, принципов действия и технических характеристик лазеров различных типов;

- основные терминологии, применяемые в полупроводниковой лазерной физике и технике;
- основные термины лазерной медицины;
- классификацию и принципы устройства технологических лазеров;
- лазерные методы исследования и диагностики.

уметь:

- классифицировать полупроводниковые лазеры по их параметрам и назначению;
- получить навыки практической работы с лазерами и исследований процессов в лазерах и характеристик их излучения,.

владеть:

- основами безопасности при работы с лазерным излучением.

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

академических компетенций – углубленных научно-теоретических, методологических знаний и исследовательских умений, обеспечивающих разработку научно-исследовательских проектов или решение задач научного исследования, инновационной деятельности, постоянного самообразования и самосовершенствования;

социально-личностных компетенций – умений и личностных качеств следовать культурным, идеологическим и нравственным ценностям общества и государства; способностей к адекватному взаимодействию и межличностной коммуникации, критическому мышлению; мобильности и социальной адаптивности, позволяющих решать социально-профессиональные, организационно-управленческие, в том числе воспитательные задачи;

профессиональных компетенций – углубленных знаний по специальным дисциплинам и умений решать сложные профессиональные задачи, разрабатывать и внедрять инновационные проекты, решать задачи научно-педагогической деятельности.

Дисциплина «Лазеры с полупроводниковой накачкой и полупроводниковые функциональные элементы в оптике» относится к циклу дисциплин специальной подготовки (дисциплина по выбору).

Программа дисциплины основывается на знаниях и представлениях, полученных при изучении дисциплин «Оптоэлектроника», «Оптика», «Физика лазеров». Сведения, приобретенные в ходе изучения дисциплины, важны для более глубокого и качественного усвоения дисциплин «Нелинейная оптика» и «Нанофотоника».

Программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта. Общее количество часов– 68; аудиторное количество часов – 34, из них: лекции – 30, аудиторный контроль УСП – 4.

Форма получения высшего образования — очная, дневная. Занятия проводятся на 1-ом курсе в 1-ом семестре.

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине – зачет (2 зачетных единицы).

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. **Введение.** Основные характеристики и особенности работы инжекционных полупроводниковых лазеров. Лазеры на гомо- и гетероструктурах. Порог генерации.
2. **Статические характеристики полупроводниковых инжекционных лазеров.** Сравнение характеристик лазеров с управляемым усилением и управляемым коэффициентом преломления.
3. **Лазеры с селекцией поперечных мод и полосковой геометрией.**
4. **Лазеры на квантоворазмерных структурах.**
5. **Мощность и КПД непрерывных инжекционных лазеров.** Люминесценция и генерация. Максимальная мощность и предельный КПД генерации. Спектральные и пространственные характеристики генерации
6. **Импульсные инжекционные лазеры.** Конструкции. Основные параметры. Источники питания. Генерация нано- и пикосекундных импульсов излучения.
7. **Лазерные линейки и решетки.** Общие принципы конструкции мощных лазерных линеек и решеток. Характеристики.
8. **Полупроводниковые оптические усилители.** Общие принципы конструкции. Характеристики.
9. **Диодная и ламповая накачка**
10. **Уширение спектральных линий.** Однородное уширение и усиление света. Неоднородное уширение и усиление в средах с неоднородным уширением.
11. **Полупроводниковые элементы для накачки.** Мощные лазерные диоды, линейки, матрицы.
12. **DPSS лазеры.** Nd лазеры. Концентрационное тушение люминесценции.
13. **Yb лазеры, Yb-Er лазеры.**
14. **Дисковые лазеры. Термолинза.**
15. **Волоконные лазеры.**
16. **Лазеры на парах щелочных металлов с диодной накачкой DPAL.**

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	Иное		
1	Введение. Лазеры на гомо- и гетероструктурах. Порог генерации	2						Устный опрос
2	Статические характеристики полупроводниковых инжекционных лазеров	2						Устный опрос
3	Лазеры с селекцией поперечных мод и полосковой геометрией	2						Устный опрос
4	Лазеры на квантово-размерных структурах	2						Устный опрос
5	Мощность и КПД непрерывных инжекционных лазеров	2						Устный опрос
6	Импульсные инжекционные лазеры	2						Устный опрос
7	Лазерные линейки и решетки	2						Устный опрос
8	Полупроводниковые оптические усилители	2						Устный опрос
9	Диодная и ламповая накачка. Уширение спектральных линий. Однородное и неоднородное уширение и усиление света	2						Устный опрос
10	Полупроводниковые элементы для накачки. Мощные лазерные диоды, линейки, матрицы	2					2	Устный опрос, проверка рефератов
11	DPSS лазеры. Nd лазеры. Концентрационное тушение люминесценции	2						Устный опрос
12	Yb лазеры, Yb-Er лазеры	2						Устный опрос

13	Дисковые лазеры. Термолинза	2						Устный опрос
14	Волоконные лазеры	2						Устный опрос
15	Лазеры на парах щелочных металлов с диодной накачкой DPAL	2					2	Устный опрос, проверка рефератов
	Всего	30					4	Зачет

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. В.П. Грибковский Полупроводниковые лазеры. Минск. 1988
2. Полупроводниковые фотоприемники. Под ред. В.И.Стафеева. - М.: Радио и связь. 1984
3. Основы оптоэлектроники. М.: Мир.1988
4. Е.Д. Карих, И.С. Манак. Полупроводниковые лазеры. Минск
5. Э. Розеншер, Б. Винтер. Оптоэлектроника. М.: Техносфера. 2004
6. І.В.Сташкевіч. Фізіка лазераў. Мн. БДУ, 2006.

Перечень дополнительной литературы

1. О.Звелто. Принципы лазеров. - М.: Мир. 1984
2. Ф. Качмарек. Введение в физику лазеров. - М.: Мир. 1981
3. Дмитриев А.Л. Полупроводниковые источники света. Санкт-Петербург. 2006
4. Толстик А.Л., Агишев И.Н., Мельникова Е.А. Лазерная физика: лабораторный практикум; учебное пособие с грифом МО // Мн.: БГУ, 2006, 91 с.

Перечень используемых средств диагностики результатов учебной деятельности

1. Реферативные работы.
2. Устные опросы.

Примерный перечень заданий УСР

1. Полупроводниковые элементы для накачки. Мощные лазерные диоды, линейки, матрицы.
2. Лазеры на парах щелочных металлов с диодной накачкой DPAL.

Мероприятия для контроля управляемой самостоятельной работой

Для контроля УСР используются проверки рефератов.

Перечень тем реферативных работ

1. Лазеры с оптической накачкой. Особенности оптической накачки. Энергетические характеристики межзонной и примесной генерации. Экситонный механизм генерации.

2. Лазеры с электронной накачкой. Возбуждение полупроводников быстрыми электронами. Пороговые характеристики. Свойства генерируемого излучения.

3. Лазеры с накачкой стримерным разрядом. Свойства стримерных разрядов в полупроводниках. Генерация излучения.

4. Деградация лазеров. Внешние проявления деградации. Основные механизмы деградации.

5. Эрбиевые лазеры на 2,9 мкм.

6. Эффекты унасыць дыёднага ўзбуджэння лазераў на шчалачных металах.

7. Ho:YAG лазер.

8. Магнутныя валаконныя лазеры.

9. Tm лазеры.

Методика формирования итоговой оценки

Итоговая оценка формируется на основе:

1. Правил проведения аттестации студентов, курсантов, слушателей при освоении содержания образовательных программ высшего образования (постановление Министерства Образования Республики Беларусь № 53 от 29 мая 2012 г.);

2. Положения о рейтинговой системе оценки знаний студентов по дисциплине в Белорусском государственном университете (№ 382-ОД от 18.08.2015 г.);

3. Критериев оценки знаний и компетенций студентов по устному опросу и ответов на зачете.

Для текущего контроля качества усвоения знаний по дисциплине рекомендуется использовать проверку рефератов и устные опросы. Контрольные мероприятия проводятся в соответствии с учебно-методической картой дисциплины. В случае неявки на контрольное мероприятие по уважительной причине студент вправе по согласованию с преподавателем выполнить его в дополнительное время. Для студентов, получивших неудовлетворительные оценки за контрольные мероприятия, либо не явившихся по неуважительной причине, по согласованию с преподавателем и с разрешения заведующего кафедрой мероприятие может быть проведено повторно. Защита реферативных работ проводится в форме индивидуальных выступлений-презентаций с последующей дискуссией. Оценка рефератов проводится по десятибалльной шкале.

Оценка текущей успеваемости рассчитывается как среднеарифметическая оценок за устные ответы и рефераты. Текущая аттестация по учебной дисциплине проводится в форме зачета, к зачету допускаются студенты, чья оценка текущей успеваемости не менее 4 баллов.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название 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)

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО

на ____ / ____ учебный год

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
(протокол № ____ от _____ 20__ г.)

Заведующий кафедрой
лазерной физики и спектроскопии
д.ф.-м.н., профессор

_____ А.Л. Толстик

УТВЕРЖДАЮ
Декан физического факультета
д.ф.-м.н., профессор

_____ В.М. Анищик