

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физический факультет

УТВЕРЖДЕНО:
Декан физического факультета
С.Н. Филимонов

Рабочая программа дисциплины

Спецпрактикум: оптоэлектронные методы в полупроводниках

по направлению подготовки

03.04.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки:
Фундаментальная и прикладная физика

Форма обучения
Очная

Квалификация
Магистр

Год приема
2023

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
О.Н. Чайковская

Председатель УМК
О.М. Сюсина

Томск – 2023

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ПК-1 –Способен самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИПК-1.1. Знает основные стратегии исследований в выбранной области физики, критерии эффективности, ограничения применимости;

ИПК-1.2. Умеет выделять и систематизировать основные цели исследований в выбранной области физики, извлекать информацию из различных источников, включая периодическую печать и электронные коммуникации, представлять её в понятном виде и эффективно использовать.

2. Задачи освоения дисциплины

– Получить представления о методах исследования оптических свойств полупроводниковых материалов.

– Получить практические навыки использования методов исследования оптических свойств полупроводниковых материалов.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Физика полупроводников. Микроэлектроника».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Второй семестр, зачет с оценкой.

5. Входные требования для освоения дисциплины

Наличие у студента компетенций, сформированных при освоении дисциплин: Физика полупроводников, Оптика полупроводников, Теория твердого тела, Дефекты в полупроводниках. Обучающийся должен уметь работать в поисковых системах и осуществлять поиск информации.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часа, из которых:

-лабораторные работы: 36 ч.

в том числе практическая подготовка: 36 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

№	Раздел дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1	Введение	Оптические константы и взаимосвязь между ними. Экспериментальные методы определения оптических констант. Классический и квантовомеханический подходы в теории дисперсии оптических констант.
2	Исследование фотопроводимости полупроводников	Внутренний фотоэффект. Фотопроводимость. Релаксация фотопроводимости.
3	Определение ширины запрещенной зоны из спектра основного поглощения	Виды поглощения. Собственное поглощение. Прямые и непрямые оптические переходы; форма края основного поглощения в прямозонных и непрямозонных полупроводниках. Влияние внешних факторов на положение края основного оптического поглощения.
4	Исследование поглощения на свободных носителях заряда	Неселективное поглощение свободными носителями заряда. Зависимость времени жизни неравновесных носителей заряда от механизма рассеяния при больших энергиях поглощаемых квантов.
5	Исследование спектров фотолюминесценции и полупроводников	Межзонная рекомбинация. Зависимость времени жизни неравновесных носителей заряда от положения уровня Ферми, температуры и уровня возбуждения. Самопоглощение. Эффективность излучения. Примесное излучение. Донорно- акцепторные переходы.
6	Исследование характеристик светодиода	Внутренний квантовый выход люминесценции полупроводникового материала. Спектр рекомбинационного излучения. Инжекция носителей заряда в излучающем диоде. Мощность излучения диода.
7	Исследование характеристик фотодиода	Фотодиоды с p-n переходами. Фотодиоды с поверхностными барьерами. Вольтамперная характеристика фотодиода. Спектральная и световая характеристики фотодиода. Применение фотодиода в оптоэлектронике.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости; устный опрос по теории и методике каждой лабораторной работы; устный и письменный отчет о результатах лабораторной работы и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр. Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» – <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится в виде устного дифференцированного зачета. К зачету допускаются студенты, успешно прошедшие все текущие аттестации. Зачет проводится в форме собеседования по результатам выполненных лабораторных работ. Продолжительность зачета 1 час.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» – <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Г.Г. Владимиров Физическая электроника. Эмиссия и взаимодействие частиц с твердым телом: учебное пособие/Г.Г. Владимиров; [отв. ред. А. Д. Пузовик] - Спб.: изд-во «Лань», 2013. – 367 с.
2. К.В. Шалимова Физика полупроводников/К.В. Шалимова - 4-е изд., стер. Спб.: изд-во «Лань», 2022. – 390 с.
3. Ансельм А.И. Введение в теорию полупроводников. – Спб.: изд-во «Лань», 2022. – 618 с.305, [1] с.
4. Зверев В.А., Кривоустова Е.В. Точилина Т.В. Оптические материалы. Спб.: изд-во «Лань», 2015. – 400 с.

б) дополнительная литература:

1. Киреев П.С. Физика полупроводников. – М.: Высшая школа, 1975. – 584 с.
2. Бонч-Бруевич В.Л., Калашников С.Г. Физика полупроводников. – М.: Наука, 1977. – 672 с.
3. Фистуль В.И. Введение в физику полупроводников. – М.: Высшая школа, 1984. – 352 с.
4. Смит Р. Полупроводники. – М.: Мир, 1982. – 558 с.
5. Войцеховский А.В., Петров А.С., Потахова Г.И. Оптика полупроводников. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 1987. – 221 с.
6. Мосс Т., Баррел Г., Эллис Б. Полупроводниковая оптоэлектроника. - М.: Мир, 1976 – 432 с.

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
- публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения лабораторных занятий.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

15. Информация о разработчиках

Новиков Вадим Александрович, кандидат физ.-мат. наук, ТГУ, кафедра физики полупроводников, доцент