

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

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДЕНО:
Декан радиофизического факультета
А.Г. Коротаев

Оценочные материалы по дисциплине

Полупроводниковые низкоразмерные структуры в фотонике

по направлению подготовки

03.04.03 Радиофизика, 12.04.03 Фотоника и оптоинформатика

Направленность (профиль) подготовки:
Цифровые технологии фотоники и радиофизики

Форма обучения
Очная

Квалификация
Инженер-исследователь

Год приема
2025

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
А.П. Коханенко

Председатель УМК
А.П. Коханенко

1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-1 Способен производить анализ состояния научно-технической проблемы, технического задания, формулировать цель и задачи научного исследования в области профессиональной деятельности.

ПК-2 Способен осуществлять построение математических моделей объектов исследования и выбор готового или разработку нового алгоритма решения задачи.

ПК-3 Способен использовать современное оборудование для решения профессиональных задач.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РОПК 1.1 Формулирует проблему и определяет предметную область исследования.

РОПК 2.1 Формулирует постановку задачи, определяет параметры и функции разрабатываемой системы.

РОПК 3.1 Понимает принципы действия устройств и систем, предназначенных для решения профессиональных задач.

2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

Элементы текущего контроля:

– устные опросы.

Устный опрос (ИОПК-1.1)

Устный опрос состоит из 3 теоретических вопросов.

Перечень теоретических вопросов:

1. В чем заключается варизонная концепция? Каковы границы ее применимости?
2. Отличительные свойства варизонных структур, определяющие особенности их применения.
3. Основные приборные применения варизонных полупроводников.
4. Изобразите зависимость плотности электронных состояний от энергии в структурах различной размерности.
5. Изобразите на энергетической диаграмме основные виды оптических переходов двумерных электронов.
6. Назовите правила отбора для межподзонных переходов электронов.
7. Назовите правила отбора для межзонных переходов.
8. Изобразите схематически вид спектров фотоионизации квантовых ям.
9. Перечислите основные механизмы рассеяния в низкоразмерных структурах.
10. Что такое баллистическое движение электронов?
11. Опишите качественно явление кулоновской блокады и укажите условие ее наблюдения.
12. Каковы преимущества лазеров на органических материалах?
13. Каковы достоинства лазеров с квантовыми ямами и точками?
14. Опишите физические принципы, лежащие в основе работы оптических модуляторов с квантовыми ямами.
15. Назовите основной недостаток *nipi*-структур для применения в качестве фоточувствительных элементов.
16. Перечислите способы ввода излучения в фотоприемник с квантовыми ямами.
17. Назовите основной недостаток лавинных фотодиодов.
18. Опишите принцип действия лавинного фотодиода с системой квантовых ям.
19. Изобразите энергетическую структуру и вольт-амперную характеристику резонансного туннельного диода.

20. Изобразите схематически структуру резонансно-туннельного транзистора на квантовой точке.
21. Какова главная проблема создания светодиодов на органических наноструктурах?
22. Назовите проблемы создания квантово-точечных устройств.

Критерии оценивания:

Результаты устного опроса определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» выставляется, если даны правильные ответы на все теоретические вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, если не дан ответ на один теоретический вопрос.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если не даны ответы на два теоретических вопроса.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если не дан ответ ни на один теоретический вопрос.

3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме устного зачета, состоящего из трех вопросов.

Первая часть содержит один вопрос, проверяющий РОПК 1.1. Ответ на вопрос дается в развернутой форме.

Вторая часть содержит один вопрос, проверяющий РОПК 2.1. Ответ на вопрос дается в развернутой форме.

Третья часть содержит один вопрос, проверяющий РОПК 3.1. Ответ на вопрос дается в развернутой форме.

В случае прохождения текущего контроля с оценкой «отлично» или «хорошо» студент освобождается от вопроса из первой части.

Перечень теоретических вопросов:

1. Варизонные полупроводники и приборы на их основе.
2. Структуры с двумерным электронным газом.
3. Структуры с одномерным электронным газом.
4. Структуры с нульмерным электронным газом.
5. Структуры с вертикальным переносом.
6. Статистика носителей в низкоразмерных структурах.
7. Внутризонные оптические переходы в квантовых ямах.
8. Анизотропия диэлектрической проницаемости и двойное лучепреломление при внутризонных переходах.
9. Межподзональные переходы электронов.
10. Межподзональные переходы дырок.
11. Оптические переходы между минизонами в сверхрешетках.
12. Вертикальный перенос в системе квантовых ям. Полевая ионизация одиночной ямы. ВАХ сверхрешеток.
13. Резонансное туннелирование. Резонансно-туннельный транзистор на квантовой точке.
14. Баллистический транспорт.
15. Приборы на основе баллистического транспорта.
16. Энергетический спектр и плотность состояний двумерных систем в магнитном поле.
17. Кинетические явления в сильных магнитных полях.
18. Целочисленный и дробный КЭХ.

19. Баллистическая проводимость нитей. Связь КЭХ с квантованием проводимости в нитях.
20. Кулоновская блокада.
21. Одноэлектронный транзистор и устройства на его основе.
22. Транзисторы с высокой подвижностью носителей и транзисторы на горячих электронах.
23. Фотоприемники на множественных квантовых ямах и сверхрешетках.
24. Лавинные фотодиоды.
25. Резонансно-туннельный диод.
26. Резонансно-туннельный транзистор.

Критерии оценивания:

Результаты зачета определяются оценками «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется, если даны правильные развернутые ответы на все теоретические вопросы.

Оценка «не зачтено» выставляется, если студент затрудняется с ответами на теоретические вопросы.

4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)

Теоретические вопросы:

1. Что такое варизонный полупроводник?
2. Нарисуйте энергетические диаграммы варизонных полупроводников: собственного, p -типа, n -типа.
3. Что такое гетероструктура?
4. Какие типы гетеропереходов вы знаете?
5. Какие модели гетеропереходов вы знаете?
6. Что называется структурой с двумерным электронным газом?
7. Что называется структурой с одномерным электронным газом?
8. Что называется структурой с нульмерным электронным газом?
9. Напишите выражение для энергетического спектра структур с двумерным электронным газом.
10. Напишите выражение для энергетического спектра структур с одномерным электронным газом.
11. Напишите выражение для энергетического спектра структур с нульмерным электронным газом.
12. Запишите выражение для функции Ферми.
13. Что такое плотность квантовых состояний?
14. Какие механизмы рассеяния носителей вы знаете?
15. Назовите устройства на основе структур с квантовыми ямами и точками.
16. Расскажите о перспективах развития нанопотоники.

Информация о разработчиках

Лозовой Кирилл Александрович, кандидат физико-математических наук, Томский государственный университет, радиофизический факультет, кафедра квантовой электроники и фотоники, доцент