

Приложение

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ТЕХНОЛОГИЯ РОСТА ГЕТЕРОСТРУКТУР

8 Семестр

Раздел 1 Раздел 1.

1.1 Контроль по итогам (КИ) - 8 Неделя

Текущий контроль успеваемости

ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ Технология роста гетероструктур

Целью Фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям ФГОС.

Для достижения поставленной цели Фондом оценочных средств по дисциплине «Технология роста гетероструктур» решаются следующие задачи:

- контроль и управление процессом приобретения обучающимися знаний, умений и навыков, предусмотренных в рамках данного курса;
- контроль и оценка степени освоения компетенций, предусмотренных в рамках данного курса;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс в рамках данного курса.

Перечень оценочных средств используемых для текущей аттестации

Код	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
КР	Контрольная работа	Система стандартизованных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд контрольных вопросов
КС	Круглый стол	Система оценки индивидуальных знаний и умений обучающегося	Перечень научных тем
ДЗ	Домашнее задание	Система стандартизованных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Перечень домашнего задания

Шкала оценки образовательных достижений

Обучающиеся должны показывать уверенное владение материалом из соответствующей темы. В зависимости от характера задания - знание физического обоснования, необходимых количественных характеристик, владение оценочными соотношениями, схемами экспериментальных установок. Процент полноты и правильности ответов даёт итоговую сумму баллов.

Оценка за текущий контроль по итогам складывается следующим образом:

Раздел 1

Сумма баллов	Контрольная работа	Домашнее задание	Круглый стол
25 – максимальное значение Складывается из баллов за тест, домашнее задание и круглый стол	10 - максимальное значение за все правильные ответы на вопросы контрольной работы	10 - максимальное значение за все правильные ответы на вопросы по подготовке к круглому столу в разделе	5 - максимальное значение за участие в круглых столах в разделе

Характеристика ответов для выставления оценок

Характеристика ответа Процент от максимального балла	Домашнее задание	Контрольная работа	Круглый стол
88-100%	Логически последовательный и исчерпывающий ответ на вопрос	Логически последовательный и исчерпывающий ответ на вопрос	Активное включение в обсуждение темы, логически последовательный и исчерпывающий ответ на вопрос, владение темой
72-88%	Ответ с некоторыми неточностями и некритическими пробелами и замечаниями	Ответ с некоторыми неточностями и некритическими пробелами и замечаниями	Включение в обсуждение темы, ответ с некоторыми неточностями и некритическими пробелами и замечаниями
60-72%	Удовлетворительный ответ с серьезными ошибками и недостатками	Удовлетворительный ответ с серьезными ошибками и недостатками	Участие в круглом столе, удовлетворительный ответ с серьезными ошибками и недостатками,
Менее 60%	Незнание вопроса	Незнание вопроса	Незнание вопроса
0	Полное незнание вопроса	Полное незнание вопроса	Полное незнание вопроса

ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ для оценки знаний (З), умений (У) и навыков (В) ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Для текущего контроля уровня знаний студентов выдаются задания, позволяющие в процессе проведения занятий преподавателю контролировать уровень усвоения материала слушателями, в форме теста, собеседования, лабораторной работы, домашнего задания.

Итоговый балл по разделу учитывает посещаемость занятий, активность, выполнение контрольных работ и домашних заданий. Каждый раздел проходит аттестацию.

Список вопросов для проведения контрольной работы

Тема 1.

1. Общие понятия технологии получения полупроводниковых лазеров.
2. Место эпитаксии в маршруте изготовления полупроводниковых лазеров.
3. Влияние гетероструктуры на выходные характеристики полупроводниковых лазеров.
4. Основные закономерности плоского диэлектрического волновода.

Тема 2.

1. Классификация полупроводниковых соединений.
2. Основные свойства полупроводниковых соединений.
3. Закономерности изменения свойств, обусловленные периодичностью элементов.
4. Твердые растворы. Закон Вегарда.
5. Зависимость «состав-свойство» для трех- и четырехкомпонентных твердых растворов.

Тема 3

1. Точечные дефекты в полупроводниках.
2. Глубокие и мелкие примеси.
3. Водородоподобные примеси.
4. Предел растворимости и насыщение легирования.
5. Ретроградная растворимость.
6. Диффузия примесей. Первый закон Фика.
7. Уравнение диффузии.
8. Частные случаи диффузии.

Тема 4

1. Виды дислокаций.
2. Рождение, движение и аннигиляция дислокаций.
3. Способы снижения плотности дислокаций.
4. Критическая толщина.
5. Упруго-напряженные и компенсированные квантовые ямы, сверхрешетки и многослойные гетероструктуры.

Список тем для Домашнего задания

ДЗ 1

Построить распределение электромагнитной волны в трехслойном волноводе. Определить фактор оптического ограничения в заданном слое. Вычислить расходимость излучения в дальней зоне в плоскости, перпендикулярной р-п переходу.

ДЗ 2

Определить период кристаллической решетки (a) трехкомпонентного твердого раствора ($\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$, $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$, $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{P}$) в зависимости от состава (x). Построить линии постоянного уровня для заданного значения a.

ДЗ 3

Определить значение ширины запрещенной зоны (E_g) для трехкомпонентного ($\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$, $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$, $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{P}$) и четырехкомпонентного твердого раствора ($\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_{1-x-y}\text{As}$, $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_{1-x-y}\text{P}$, $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$) заданного состава (x, (x, y)). Построить линии постоянного уровня для заданного значения E_g .

ДЗ 4

Определить предельную концентрацию примеси Zn в GaAs (InP) при различных температурах эпитаксии T.

ДЗ 5

В двухслойной эпитаксиальной структуре p+-GaAs:Zn/n-GaAs:Si с заданными уровнями легирования (p и n) и толщинами слоев (d_1 и d_2) определить положение p-n перехода после отжига в течение времени t при температуре T .

ДЗ 6

Построить зависимость критической толщины эпитаксиального слоя $In_xGa_{1-x}As$ от его состава при использовании подложки GaAs и InP. Расчет выполнить при комнатной температуре и при температуре эпитаксии T . Повторить вычисления для случая квантовой ямы и сверхрешетки.

ДЗ 7

Определить геометрию квантовой ямы $In_xGa_{1-x}As/Al_yGa_{1-y}As$, излучающей на заданной длине волны λ .

Список тем для проведения Круглого стола

Круглые столы проводятся в виде отдельного занятия, посвященного одной из тем дисциплины. Студенты готовятся к Круглому столу, изучая лекционный и практический материал, а также изучая научные статьи по теме Круглого стола.

Темы для проведения занятий в виде Круглого стола:

Классификация полупроводниковых соединений.

Основные свойства полупроводниковых соединений.

Твердые растворы.

Формирование многокомпонентных твердых растворов заданного состава с требуемыми функциональными характеристиками.

Составитель профессор Мармалюк А.А.

Раздел 2 Раздел 2.

2.1 Контроль по итогам (КИ) - 15 Неделя

Текущий контроль успеваемости

ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ Технология роста гетероструктур

Целью Фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям ФГОС.

Для достижения поставленной цели Фондом оценочных средств по дисциплине «Технология роста гетероструктур» решаются следующие задачи:

- контроль и управление процессом приобретения обучающимися знаний, умений и навыков, предусмотренных в рамках данного курса;
- контроль и оценка степени освоения компетенций, предусмотренных в рамках данного курса;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс в рамках данного курса.

Перечень оценочных средств используемых для текущей аттестации

Код	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
КР	Контрольная работа	Система стандартизованных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд контрольных вопросов
ДЗ	Домашнее задание	Система стандартизованных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Перечень домашнего задания

Шкала оценки образовательных достижений

Обучающиеся должны показывать уверенное владение материалом из соответствующей темы. В зависимости от характера задания - знание физического обоснования, необходимых количественных характеристик, владение оценочными соотношениями, схемами экспериментальных установок. Процент полноты и правильности ответов даёт итоговую сумму баллов.

Оценка за текущий контроль по итогам складывается следующим образом:

Раздел 1

Сумма баллов	Контрольная работа	Домашнее задание
25 – максимальное значение Складывается из баллов за тест,	10 - максимальное значение за все правильные ответы на вопросы контрольной работы	15 - максимальное значение за все правильные ответы на вопросы по подготовке

домашнее задание и круглый стол		к круглому столу в разделе
------------------------------------	--	-------------------------------

Характеристика ответов для выставления оценок

Характеристика ответа	Домашнее задание	Контрольная работа
Процент от максимального балла		
88-100%	Логически последовательный и исчерпывающий ответ на вопрос	Логически последовательный и исчерпывающий ответ на вопрос
72-88%	Ответ с некоторыми неточностями и некритическими пробелами и замечаниями	Ответ с некоторыми неточностями и некритическими пробелами и замечаниями
60-72%	Удовлетворительный ответ с серьезными ошибками и недостатками	Удовлетворительный ответ с серьезными ошибками и недостатками
Менее 60%	Незнание вопроса	Незнание вопроса
0	Полное незнание вопроса	Полное незнание вопроса

ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ для оценки знаний (З), умений (У) и навыков (В) ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Для текущего контроля уровня знаний студентов выдаются задания, позволяющие в процессе проведения занятий преподавателю контролировать уровень усвоения материала слушателями, в форме теста, собеседования, лабораторной работы, домашнего задания.

Итоговый балл по разделу учитывает посещаемость занятий, активность, выполнение контрольных работ и домашних заданий. Каждый раздел проходит аттестацию.

Список вопросов для проведения контрольной работы

Тема 5

1. Физико-химические основы эпитаксиального роста. Встраивание атомов в кристаллическую решетку.
2. Виды атомной структуры поверхности. Механизмы роста.
3. Классификация эпитаксиальных методов. Описание жидкофазной эпитаксии.
4. Классификация эпитаксиальных методов. Описание газофазной эпитаксии. Варианты практической реализации.
5. Классификация эпитаксиальных методов. Описание молекулярно-лучевой эпитаксии. Варианты практической реализации.

Тема 6

1. МОС-гидридная эпитаксия. Исходные реагенты.
2. МОС-гидридная эпитаксия. Конструкции реакторов.
3. МОС-гидридная эпитаксия. Последовательность роста. Лимитирующая стадия. Кинетический и диффузионный режим роста.

4. Закономерности скорости роста и легирования бинарных соединений.

Тема 7

1. Формирование многокомпонентных твердых растворов заданного состава с требуемыми функциональными характеристиками.
2. Особенности получения резких гетерограниц и квантовых ям. Сегрегация и обменные реакции.
3. Организация процесса роста многослойных гетероструктур.
4. Влияние технологии получения гетероструктур на выходные характеристики приборов на их основе.

Список тем для Домашнего задания

ДЗ 8

За время роста t_0 осажден эпитаксиальный слой GaAs толщиной d_0^{GaAs} при постоянном расходе TEGa (n_0^{TEGa}). Эпитаксиальный слой какой толщины будет осажден за время t_1 при увеличенном расходе TEGa (n_1^{TEGa})?

ДЗ 9

За время роста t_0 осажден эпитаксиальный слой $\text{Al}_{x_0}\text{Ga}_{1-x_0}\text{As}$ толщиной d_0^{AlGaAs} при постоянных расходах TMGa (n_0^{TMGa}) и TMAI (n_0^{TMAI}). Какие расходы металлоорганических соединений и времена роста необходимо выбрать для формирования трехслойной гетероструктуры по заданной зонной диаграмме?

ДЗ 10

За время роста t_0 осажден эпитаксиальный слой $\text{Al}_{x_0}\text{Ga}_{1-x_0}\text{As}$ толщиной d_0^{AlGaAs} при постоянных расходах TMGa (n_0^{TMGa}) и TMAI (n_0^{TMAI}). Какие расходы металлоорганических соединений и времена роста необходимо выбрать для формирования квантоворазмерной гетероструктуры по заданной зонной диаграмме?

ДЗ 11

За время роста t_0 осажден эпитаксиальный слой $\text{Al}_{x_0}\text{Ga}_{1-x_0}\text{As}$ толщиной d_0^{GaAs} при постоянных расходах TMGa (n_0^{TMGa}) и TMAI (n_0^{TMAI}). Какие расходы металлоорганических соединений и времена роста необходимо выбрать для формирования квантоворазмерной активной области полупроводникового лазера с варизонными волноводами, обеспечивающей генерацию на заданной длине волны излучения λ ?

ДЗ 12

За время роста t_0 осажден эпитаксиальный слой GaInAsP толщиной d_0^{GaInAsP} при постоянных расходах TEGa (n_0^{TEGa}), TMIn (n_0^{TMIn}), арсина ($n_0^{\text{AsH}_3}$) и фосфина ($n_0^{\text{PH}_3}$). Рентгеновские исследования показали, что полученный эпитаксиальный слой согласован по периоду решетки с подложкой InP, а фотолюминесцентные исследования продемонстрировали максимум сигнала фотолюминесценции данного эпитаксиального слоя на длине волны λ_0 мкм. Какие расходы металлоорганических соединений и времена роста необходимо выбрать для формирования трехслойной гетероструктуры, согласованной с подложкой InP, по заданной зонной диаграмме?

ДЗ 13

За время роста t_0 осажден эпитаксиальный слой $\text{Al}_{x_0}\text{Ga}_{1-x_0}\text{As}$ толщиной d_0^{GaAs} при постоянных расходах TMGa (n_0^{TMGa}) и TMAI (n_0^{TMAI}). Какие расходы металлоорганических соединений и времена роста необходимо выбрать для формирования квантоворазмерной лазерной

гетероструктуры раздельного ограничения, обеспечивающей генерацию на заданной длине волны излучения λ ?

ДЗ 14

За время роста t_0 осажден эпитаксиальный слой AlGaInAs толщиной d_0^{AlGaInAs} при постоянных расходах TMAI (n_0^{TMAI}), TEGa (n_0^{TEGa}) и TMIn (n_0^{TMIn}). Рентгеновские исследования показали, что полученный эпитаксиальный слой согласован по периоду решетки с подложкой InP, а фотолюминесцентные исследования продемонстрировали максимум сигнала фотолюминесценции данного эпитаксиального слоя на длине волны λ_0 мкм. Какие расходы металлоорганических соединений и времена роста необходимо выбрать для формирования квантоворазмерной лазерной гетероструктуры раздельного ограничения, согласованной с подложкой InP и обеспечивающей генерацию на заданной длине волны излучения λ ?

Составитель профессор Мармалюк А.А.

8 Семестр

Зачет

Промежуточный контроль успеваемости

ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ Технология роста гетероструктур

Целью Фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям ФГОС.

Для достижения поставленной цели Фондом оценочных средств по дисциплине «Технология роста гетероструктур» решаются следующие задачи:

- контроль и управление процессом приобретения обучающимися знаний, умений и навыков, предусмотренных в рамках данного курса;
- контроль и оценка степени освоения компетенций, предусмотренных в рамках данного курса;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс в рамках данного курса.

Перечень оценочных средств используемых для промежуточной аттестации

Код	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
C	Собеседование по изученному материалу	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект вопросов для устных опросов

Шкала оценки образовательных достижений

Обучающиеся должны показывать уверенное владение материалом из соответствующей темы. В зависимости от характера задания - знание физического обоснования, необходимых количественных характеристик, владение оценочными соотношениями, схемами экспериментальных установок. Процент полноты и правильности ответов даёт итоговую сумму баллов.

Оценка за промежуточный контроль (зачет) по дисциплине складывается следующим образом:

Сумма баллов	Собеседование по изученному материалу
45-50	Логически последовательный и исчерпывающий ответ на вопрос
35-45	Ответ с некоторыми неточностями и некритическими пробелами, замечаниями
30-35	Удовлетворительный ответ с серьезными ошибками и недостатками
1-29	Незнание вопроса

0	Полное незнание вопроса
---	-------------------------

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Место эпитаксии в маршруте изготовления полупроводниковых лазеров.
2. Влияние гетероструктуры на выходные характеристики полупроводниковых лазеров.
3. Классификация полупроводниковых соединений. Основные свойства.
4. Твердые растворы. Закон Вегарда. Зависимость «состав-свойство» для трех- и четырехкомпонентных твердых растворов.
5. Точечные дефекты в полупроводниках. Глубокие и мелкие примеси. Водородоподобные примеси. Предел растворимости и насыщение легирования. Ретроградная растворимость.
6. Диффузия примесей. Первый закон Фика. Уравнение диффузии. Частные случаи диффузии.
7. Виды дислокаций. Рождение, движение и аннигиляция дислокаций. Способы снижения плотности дислокаций.
8. Критическая толщина. Упруго-напряженные и компенсированные квантовые ямы, сверхрешетки и многослойные гетероструктуры.
9. Физико-химические основы эпитаксиального роста. Встраивание атомов в кристаллическую решетку. Виды атомной структуры поверхности. Механизмы роста.
10. Классификация эпитаксиальных методов. Описание жидкофазной эпитаксии.
11. Классификация эпитаксиальных методов. Описание газофазной эпитаксии. Варианты практической реализации.
12. Классификация эпитаксиальных методов. Описание молекулярно-лучевой эпитаксии. Варианты практической реализации.
13. МОС-гидридная эпитаксия. Исходные реагенты. Конструкции реакторов.
14. МОС-гидридная эпитаксия. Последовательность роста. Лимитирующая стадия. Кинетический и диффузионный режим роста.
15. Закономерности скорости роста и легирования бинарных соединений.
16. Формирование многокомпонентных твердых растворов заданного состава с требуемыми функциональными характеристиками.
17. Особенности получения резких гетерограниц и квантовых ям. Сегрегация и обменные реакции.
18. Организация процесса роста многослойных гетероструктур.
19. Влияние технологии получения гетероструктур на выходные характеристики приборов на их основе.

Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе в соответствии со следующей шкалой:

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов за разделы и зачет	Оценка ECTS
5 – «отлично»	90-100	A
	85-89	B
4 – «хорошо»	75-84	C
	70-74	D
3 – «удовлетворительно»	65-69	E
	60-64	
2 – «неудовлетворительно»	Ниже 60	F

Расшифровка уровня знаний, соответствующего полученным баллам, дается в таблице указанной ниже

Оценка по 5-балльной шкале – оценка по ECTS	Сумма баллов за разделы и зачет	Требования к знаниям на устном зачёте
«отлично» — <i>A</i>	90 ÷ 100	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
«хорошо» — <i>D, C, B</i>	70 ÷ 89	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
«удовлетворительно» — <i>E, D</i>	60 ÷ 69	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
«неудовлетворительно» — <i>F</i>	менее 60	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Составитель профессор Мармалюк А.А.