ПРИЛОЖЕНИЕ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

Кафедра «Микро- и наноэлектроника»

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

по дисциплине

ФТД.04 «ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ НАНОЭЛЕКТРОНИКИ»

Направление подготовки

03.03.01 «Прикладные математика и физика»

Направленность (профиль) подготовки
Электроника, квантовые системы и нанотехнологии

Уровень подготовки

Академический бакалавриат

Квалификация выпускника – бакалавр

Формы обучения – очная

Рязань, 2026 г.

Оценочные материалы – это совокупность учебно-методических материалов (контрольных заданий, описаний форм и процедур), предназначенных для оценки качества освоения обучающимися данной дисциплины как части основной профессиональной образовательной программы.

Цель – оценить соответствие знаний, умений и уровня приобретенных компетенций обучающихся целям и требованиям основной профессиональной образовательной программы в ходе проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.

Основная задача – обеспечить оценку уровня сформированности общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, приобретаемых обучающимися в соответствии с этими требованиями.

ПК-1.1 - проводит моделирование и исследования функциональных, статических, динамических, временных, частотных характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения;

ПК-2.1 - анализирует научные данные, результаты экспериментов и наблюдений;

ПК-2.2 - систематизирует и обобщает результаты исследований приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, представляет материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций.

Контроль знаний проводится в форме текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости проводится с целью определения степени усвоения учебного материала, своевременного выявления и устранения недостатков в подготовке обучающихся и принятия необходимых мер по совершенствованию методики преподавания учебной дисциплины (модуля), организации работы обучающихся в ходе учебных занятий и оказания им индивидуальной помощи.

К контролю текущей успеваемости относятся проверка знаний, умений и навыков, приобретенных обучающимися в ходе выполнения индивидуальных заданий в ходе самостоятельной работы обучающихся. При оценивании результатов освоения самостоятельной работы применяется шкала оценки «зачтено – не зачтено». Тематика самостоятельных занятий обучающихся определена рабочей программой дисциплины, утвержденной заведующим кафедрой.

Результат выполнения каждого индивидуального задания должен соответствовать всем критериям оценки в соответствии с компетенциями, установленного для заданного раздела дисциплины.

Промежуточный контроль по дисциплине осуществляется проведением теоретического зачета. Форма проведения зачета – устный ответ по утвержденным экзаменационным билетам, сформулированным с учетом содержания учебной дисциплины. В экзаменационный билет включаются два теоретических вопроса. В процессе подготовки к устному ответу экзаменуемый может составить в письменном виде план ответа, включающий в себя определения, выводы формул, рисунки и т.п.

Паспорт оценочных материалов по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или её части)	Вид, метод, форма оценочного мероприятия
1	Введение	ПК-1.1, ПК-2.1, ПК-2.2	зачет
2	Виды материалов наноэлектроники	ПК-1.1, ПК-2.1, ПК-2.2	зачет
3	Базовые технологические процессы и оборудование, применяемые в производстве материалов и компонентов наноэлектроники	ПК-1.1, ПК-2.1, ПК-2.2	зачет

4	Свойства материалов наноэлектроники	ПК-1.1, ПК-2.1, ПК-2.2	зачет
5	Технологические особенности изготовления современных приборов наноэлектроники	ПК-1.1, ПК-2.1, ПК-2.2	зачет

Шкала оценки сформированности компетенций

В процессе оценки сформированности знаний, умений и навыков обучающегося по дисциплине, производимой на этапе промежуточной аттестации в форме теоретического зачета, используется оценочная шкала «зачтено – не зачтено»:

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, который прочно усвоил предусмотренный программный материал; правильно, аргументировано ответил на все вопросы, с приведением примеров; показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов; без ошибок выполнил практическое задание.

Обязательным условием выставленной оценки является правильная речь в быстром или умеренном темпе. Дополнительным условием получения оценки «зачтено» могут стать хорошие успехи при выполнении самостоятельной работы.

Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, который не справился с 50% вопросов и заданий при прохождении тестирования, в ответах на другие вопросы допустил существенные ошибки. Не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем. Целостного представления о взаимосвязях элементов курса и использования предметной терминологии у обучающегося нет. Оценивается качество устной и письменной речи, как и при выставлении положительной оценки.

Типовые контрольные задания или иные материалы

Примеры типовых тестовых заданий для укрепления и проверки теоретических знаний, развития умений и навыков, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной

1.При какой температуре производят отжиг кремниевых структур после проведения операции ионной имплантации фосфора?

1. 100 ^{o} C;
2. 10000 ^{o} C;
3. 600 ^{o} C;
4. 1100 ^{o} C.

2.Какой метод формирования подзатворного диэлектрика используют в технологии МДП транзисторов?

1.термическое окисление во влажном кислороде;
2.термическое испарение в вакууме;
3.комбинированный метод;
4.термическое окисление в сухом кислороде.

3.Для каких целей используется скрытый n+-слой в технологии интегральных транзисторов?

1.для увеличения степени интеграции ИС;
2.для изоляции элементов ИС;
3.для увеличения пробивного напряжения коллектора;
4.для уменьшения сопротивления коллектора.

4.При какой температуре производится термообработка кремниевых пластин непосредственно перед процессом эпитаксии :

1. 450 ^{o} C ;
2. 30 ^{o} C;
3. 850 ^{o} C;
4. 1150-1300 ^{o} C.

5.Какими способами осуществляется легирование эпитаксиального слоя в хлоридном методе эпитаксии ?

1.легирование из жидкой или газовой фазы ;
2.автолегирование ;
3.легирование из твердой, жидкой или газовой фазы ;
4.ионное легирование .

6. От какого параметра зависит коэффициент диффузии ?

1. температура;
2. концентрация легирующей примеси;
3. давление в реакционной системе;
4. все указанные выше параметры.

7. Какая величина плотности поверхностных состояний на границе раздела полупроводник-диэлектрик считается допустимой в технологии комплементарных МДП-транзисторов:

1. 10^{10} см$^{-2}$;
2. 10^{14} см$^{-2}$;
3. 10^{-2} см$^{-2}$;
4. 10^{13} см$^{-2}$.

8. В каких случаях применяют ионную имплантацию через слой диэлектрика?

1. для увеличения коэффициента усиления транзистора;
2. для повышения коэффициента использования площади пластины;
3. для корректировки порогового напряжения транзистора;
4. для увеличения пробивного напряжения транзистора.

9. От каких технологических параметров **в основном** зависит глубина залегания р-п-перехода в диффузионных структурах?

1. температура;
2. фоновая концентрация примеси в подложке;
3. энергия иона;
4. коэффициент диффузии, время диффузии;

10. Чем определяется поверхностная концентрация примеси после проведения диффузии из бесконечного источника при заданной температуре?

1. фоновая концентрация примеси в подложке;
2. доза легирования;

3. предельная растворимость;
4. время диффузии.

Список типовых контрольных вопросов для подготовки к теоретическому зачету по дисциплине:

1. Классификация наноматериалов по техническому назначению, составу и свойствам.
2. Виды материалов микро- и наносистемной техники.
3. Материалы на основе наноструктурных элементов. Нанокристаллы.
4. Самоорганизующиеся упорядоченные пористые материалы.
5. Материалы электроники для нанотехнологий. Кремний и его модификации. Пористый кремний.
6. Гетероструктуры на основе твердых растворов A^3B^5.
7. Гетероструктуры с двумерным электронным газом. Гетероструктуры с квантовыми ямами.
8. Материалы на основе нитридов и их применение.
9. Конструкционные материалы для несущих конструкций изделий микро- и наносистемной техники.
10. Функциональные материалы микро- и наносистемной техники.
11. Методы синтеза нанокристаллических порошковых материалов.
12. Основы технологии углеродных нанотрубок. Схема установки для получения углеродных нанотрубок методом лазерной абляции. Дуговой способ получения углеродных нанотрубок..
13. Метод пиролиза углеводородов. Синтез из углеродсодержащих газов. Технология поликристаллических алмазов. Технология алмазных и алмазоподобных пленок.
14. Технология металлоорганических соединений. Технология некристаллических материалов.
15. Технология изготовления металлических и полупроводниковых наноточек, нанонитей литографическими методами.
16. Эпитаксиальные методы получения материалов микросистемной техники.
17. Механизмы гетероэпитаксиального роста: Франка-ван-дер-Верме, Фольмера-Вебера, Странского-Крастанова.
18. Ионный синтез наноструктур. Процессы самоорганизации наноструктур при ионном синтезе.
19. Технология двумерных гетероэпитаксиальных полупроводниковых систем.
20. Традиционные технологические циклы изготовления интегральных схем, адаптированные для создания трехмерных механических структур.
21. Свойства наноматериалов. Механические, теплофизические, физико-химические, электрофизические, магнитные, оптические.
22. Критерии выбора и совместимость наноматериалов. Кристаллохимическая и термомеханическая совместимость.
23. Основы кристаллофизики и кристаллохимии наноматериалов. Физико-химия процессов синтеза наноструктурированных материалов.
24. Принципы выбора полупроводниковых материалов.
25. Материаловедческие проблемы в создании микро- и наносистемных устройств.
26. Конструкционные материалы для механических конструкций, электрической и оптической коммутаций.
27. Функционально-активные материалы для электростатических, электромагнитных, пьезоэлектрических, оптических, электрооптических и термоэлектрических преобразователей энергии, движения, информации.
28. Адаптивные материалы.
29. Гетероструктуры с высокой плотностью двумерного электронного газа (ДЭГ).
30. Транзисторы с высокой подвижностью электронов (НЕМТ-транзисторы).

31. Структуры на микроскопически упорядоченных фасетированных поверхностях.
32. Структуры с периодической модуляцией состава в эпитаксиальных пленках твердых растворов полупроводников.
33. Перспективы изготовления электронных приборов с применением нанотрубок.
34. Перспективы создания эффективных миниатюрных и сверхминиатюрных систем, обусловленные особыми физико-механическими свойствами наноматериалов.

Составил
к.ф.-м.н., доцент кафедры микро- и наноэлектроники Зубков М.В.

Зав. кафедрой микро- и наноэлектроники
д.ф.-м.н., доцент Литвинов В.Г.

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО **ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ,** Литвинов Владимир Георгиевич, Заведующий кафедрой МНЭЛ **03.11.26** 18:29 (MSK) Простая подпись