МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Конструирование и технология микро- и наноэлектронных средств

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**
Направленность (профиль) / специализация: **Конструирование и технология наноэлектронных средств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **КУДР, Кафедра конструирования узлов и деталей радиоэлектронной аппаратуры**
Курс: **4**
Семестр: **8**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	8 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	20	20	часов
2	Практические занятия	20	20	часов
3	Лабораторные работы	8	8	часов
4	Всего аудиторных занятий	48	48	часов
5	Самостоятельная работа	96	96	часов
6	Всего (без экзамена)	144	144	часов
7	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е.

Зачет: 8 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 31765

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 206 от «26» 4 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, утвержденного 12.11.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КУДР «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

доцент каф. КУДР	_____	М. Н. Романовский
Заведующий обеспечивающей каф. КУДР	_____	А. Г. Лощилов

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РКФ	_____	Д. В. Озеркин
Заведующий выпускающей каф. КУДР	_____	А. Г. Лощилов

Эксперты:

профессор каф. КУДР	_____	С. Г. Еханин
Доцент кафедры конструирования узлов и деталей радиоэлектронной аппаратуры (КУДР)	_____	С. А. Артищев

Согласована на портале № 31765

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Изучение микро- и нанотехнологий, инновационных электронных средств

1.2. Задачи дисциплины

– Развитие способностей

– выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности,

– привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат,

– проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектов конструкций электронных средств

–

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Конструирование и технология микро- и наноэлектронных средств» (Б1.В.ОД.12) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Интегральные устройства радиоэлектроники, Компьютерное моделирование процессов в РЭС, Материалы и компоненты электронных средств.

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, Конструирование быстродействующих цифровых устройств.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-2 способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;

– ПК-4 способностью проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектов конструкций электронных средств;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** Основные понятия, определения, термины, базовые процессы микро- и нанотехнологий электронных средств;

– **уметь** Разрабатывать технические задания на проектирование инновационных электронных средств

– **владеть** Навыками разработки технической документации на проектируемые модули, блоки, системы, комплексы электронных средств.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		8 семестр
Аудиторные занятия (всего)	48	48
Лекции	20	20
Практические занятия	20	20
Лабораторные работы	8	8
Самостоятельная работа (всего)	96	96
Оформление отчетов по лабораторным работам	8	8
Подготовка к лабораторным работам	8	8

Согласована на портале № 31765

Проработка лекционного материала	40	40
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	40	40
Всего (без экзамена)	144	144
Общая трудоемкость, ч	144	144
Зачетные Единицы	4.0	4.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
8 семестр						
1 Микроминиатюризация электронных средств.	2	0	0	4	6	ОПК-2, ПК-4
2 Основные технологические процессы.	8	0	8	24	40	ОПК-2, ПК-4
3 Эпитаксиальные методы.	2	0	0	8	10	ОПК-2, ПК-4
4 Нанолитография.	2	0	0	8	10	ОПК-2, ПК-4
5 Зондовые технологии.	2	0	0	4	6	ОПК-2, ПК-4
6 Проектирование интегральных устройств	4	20	0	48	72	ОПК-2, ПК-4
Итого за семестр	20	20	8	96	144	
Итого	20	20	8	96	144	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр			
1 Микроминиатюризация электронных средств.	Миниатюризация радиоэлектронных средств. Классификация ИС. Сущность технологии полупроводниковых ИС. Основные направления функциональной электроники. Переход от микро- к наноэлектронике . Основные подходы к синтезу наноструктур.	2	ОПК-2, ПК-4
	Итого	2	
2 Основные технологические	Подложки. Проводящие слои. Полупроводниковые слои. Диэлектрические слои. Гетеропереходы.	8	ОПК-2, ПК-4

Согласована на портале № 31765

процессы.	Квантоворазмерные структуры.		
	Итого	8	
3 Эпитаксиальные методы.	Газофазная, жидкостная и молекулярно-лучевая эпитаксия. Самоорганизация квантовых точек при эпитаксии. Использование массивов квантовых точек в приборных структурах.	2	ОПК-2, ПК-4
	Итого	2	
4 Нанолитография.	Фотолитография, электронная литография, рентгенолитография, ионолитография, импринтинг	2	ОПК-2, ПК-4
	Итого	2	
5 Зондовые технологии.	Сканирующая зондовая микроскопия. Сканирующий туннельный микроскоп. Нанотехнологии на основе СТМ. Сканирующий атомно-силовой микроскоп. Нанолитография на основе АСМ.	2	ОПК-2, ПК-4
	Итого	2	
6 Проектирование интегральных устройств	Составление технических требований. Выбор физической структуры. Разработка принципиальной электрической схемы. Разработка конструкции и топологии. Оформление документации.	4	ОПК-2, ПК-4
	Итого	4	
Итого за семестр		20	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин					
	1	2	3	4	5	6
Предшествующие дисциплины						
1 Интегральные устройства радиоэлектроники	+	+	+			+
2 Компьютерное моделирование процессов в РЭС						+
3 Материалы и компоненты электронных средств		+				
Последующие дисциплины						
1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты		+				
2 Конструирование быстродействующих цифровых устройств	+					

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Согласована на портале № 31765

представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ОПК-2	+	+	+	+	Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, Отчет по практическому занятию
ПК-4	+	+	+	+	Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Тест, Отчет по практическому занятию

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр			
2 Основные технологические процессы.	Элементы кремниевых биполярных ИС	8	ОПК-2, ПК-4
	Итого	8	
Итого за семестр		8	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр			
6 Проектирование интегральных устройств	Составление технических требований. Выбор физической структуры. Разработка принципиальной электрической схемы. Разработка конструкции и топологии. Оформление документации.	20	ОПК-2, ПК-4
	Итого	20	
Итого за семестр		20	

Согласована на портале № 31765

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
8 семестр				
1 Микроминиатюризация электронных средств.	Проработка лекционного материала	4	ОПК-2, ПК-4	Тест
	Итого	4		
2 Основные технологические процессы.	Проработка лекционного материала	8	ОПК-2, ПК-4	Защита отчета, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Подготовка к лабораторным работам	8		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	24		
3 Эпитаксиальные методы.	Проработка лекционного материала	8	ОПК-2, ПК-4	Тест
	Итого	8		
4 Нанолитография.	Проработка лекционного материала	8	ОПК-2, ПК-4	Тест
	Итого	8		
5 Зондовые технологии.	Проработка лекционного материала	4	ОПК-2, ПК-4	Тест
	Итого	4		
6 Проектирование интегральных устройств	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	40	ОПК-2, ПК-4	Защита отчета, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	8		
	Итого	48		
Итого за семестр		96		
Итого		96		

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с	Максимальный балл за период	Максимальный балл за период	Всего за семестр

Согласована на портале № 31765

	начала семестра	между 1КТ и 2КТ	между 2КТ и на конец семестра	
8 семестр				
Защита отчета		10	10	20
Опрос на занятиях	5	5	5	15
Отчет по лабораторной работе		5	5	10
Отчет по практическому занятию	10	10	10	30
Тест	5	10	10	25
Итого максимум за период	20	40	40	100
Нарастающим итогом	20	60	100	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Вакуумно-плазменные методы получения наноструктур: Учебное пособие / Данилина Т. И. - 2012. 89 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3871 (дата обращения: 15.06.2018).

2. Наноэлектроника: Учебное пособие / Сахаров Ю. В., Троян П. Е. - 2010. 88 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/537 (дата обращения: 15.06.2018).

3. Оборудование для создания и исследования свойств объектов наноэлектроники: Учеб-

Согласована на портале № 31765

ное пособие / Чистоедова И. А., Данилина Т. И. - 2011. 98 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/547 (дата обращения: 15.06.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Интегральные устройства радиоэлектроники. Часть 1. Основные структуры полупроводниковых интегральных схем: Учебное пособие / Романовский М. Н. - 2012. 123 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1304 (дата обращения: 15.06.2018).
2. Интегральные устройства радиоэлектроники. Часть 2. Элементы интегральных схем и функциональные устройства: Учебное пособие / Романовский М. Н. - 2012. 127 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1309 (дата обращения: 15.06.2018).

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Интегральные устройства радиоэлектроники. Элементы кремниевых биполярных ИС: Руководство к лабораторной работе / Романовский М. Н. - 2010. 15 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/336 (дата обращения: 15.06.2018).
2. Интегральные устройства радиоэлектроники. Проектирование интегральных схем на арсениде галлия: Руководство к практическим занятиям / Романовский М. Н., Нефедцев Е. В. - 2010. 76 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/334 (дата обращения: 15.06.2018).
3. Проектирование фильтров на ПАВ: Руководство к практическим занятиям и самостоятельной работе / Романовский М. Н. - 2016. 21 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6604 (дата обращения: 15.06.2018).

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. http://edu.tusur.ru – научно-образовательный портал
2. http://www.xumuk.ru – информационно-справочные ресурсы
3. http://elibrary.ru – научная электронная библиотека
4. https://www.twirpx.com/files/radioelectronics/components/integrated/?ft=reference – электронные книги по ИС
5. https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические ил-

Согласована на портале № 31765

люстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория компьютерного проектирования

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 143 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Персональный компьютер (20 шт.);
- Устройство генерации и обработки сигналов Analog Discovery 2; - National Instruments Edition (10 шт.);
- Испытательный лабораторный стенд узлов аналоговой и цифровой электроники MikroElektronika Analog System Lab Kit PRO (10 шт.);
- Отладочная плата Arduino UNO (15 шт.);
- Отладочная плата STM32F429I-disk (10 шт.);
- Трёхканальный линейный источник постоянного тока GPD-73303D (10 шт.);
- Осциллограф DSOX1102G (10 шт.);
- Лабораторный макет Basys 3 Artix-7 FPGA Trainer Board (10 шт.);
- Проектор Acer P1385WB;
- Экран для проектора;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– Arduino IDE
– Qt Creator

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Измерительная лаборатория / Лаборатория "Физико-химических основ микроэлектроники"

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 316 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Ноутбук Aser AS5101AWLMI;
- Компьютер WS2;
- Векторный анализатор цепей обзор-103;
- Векторный импульсный анализатор цепей импульс-М Р4-и-01;
- Вольтметр В6-9;
- Генератор сигналов ГСС-05;
- Генератор-частотомер FG-7020;
- Измеритель Л2-22 (2 шт.);
- Источник питания Б5-43;
- Линейный источник питания HY3003;
- Мультиметр АРРА 207;
- Осциллограф RLGOL DS 1042 C;
- Прибор ПНХТ - 1;
- Проектор LG RD-DX130;
- Цифровой осциллограф DSO-3202A;

Согласована на портале № 31765

- Цифровой осциллограф GDS-806S;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– Microsoft Windows
– OpenOffice

13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1. При термовакуумном испарении металлов влияние остаточных газов на структуру и со-

Согласована на портале № 31765

став образующейся пленки с повышением скорости осаждения…

увеличивается

колеблется

не изменяется

уменьшается

2. В магнитном поле анализатора масс ускоренные ионы перемещаются по дуге окружности. В зависимости от массы иона M радиус окружности изменяется пропорционально…

M

1/M

M2

M1/2

3. При ионной имплантации примеси в полупроводник доза облучения равна количеству ионов, бомбардирующих …

поверхность подложки за время внедрения

единицу поверхности подложки в единицу времени

поверхность подложки в единицу времени

единицу поверхности подложки за время внедрения

4. Контроль параметров эпитаксиальных слоев непосредственно в процессе роста характерен для метода… жидкофазного

газофазного

любого

молекулярно-лучевого

5. Рабочие фотошаблоны изготавливают методом....

сканирующей электронолитографии

оптико-механическим

фотонабора

размножением эталонных шаблонов

6. Разрешающая способность фотолитографии с увеличением толщины слоя резиста…

увеличивается

не изменяется

колеблется

уменьшается

7. При термовакуумном испарении металлов с увеличением скорости осаждения размер кристаллитов в пленке…

увеличивается

колеблется

не изменяется

уменьшается

8. В магнитном поле анализатора масс ускоренные ионы перемещаются по дуге окружности. В зависимости от напряженности магнитного поля H радиус окружности изменяется пропорционально…

H

H2

1/H2

1/H

9. При ионной имплантации примеси в полупроводник с увеличением энергии ионов максимум их концентрации…

остается на поверхности полупроводника

перемещается к поверхности полупроводника

не сдвигается по координате

перемещается вглубь полупроводника

10. Наращивание монокристаллического слоя на инородной подложке называют…

автоэпитаксией

гомоэпитаксией

Согласована на портале № 31765

моноэпитаксией
гетероэпитаксией
11. При ионной имплантации примесей в полупроводник эффект каналирования ионов приводит к...
повышению концентрации примесей
повышению концентрации дефектов
повышению температуры отжига дефектов
затягиванию ниспадающего участка распределения примеси после максимума или появлению второго максимума
12. Разрешающая способность слабо зависит от толщины слоя резиста при…
фотолитографии
сканирующей электронолитографии
рентгеновской литографии
ионной литографии
13. При термовакуумном испарении из эффузионного источника с малым диаметром отверстия угловое распределение потока вещества подчиняется закону…
синуса
тангенса
котангенса
косинуса
14. Химическое осаждение проводящих слоев из парогазовых смесей основано на реакциях…
гомогенных
окисления
гидролиза
пиролиза и восстановления
15. Время воздействия пучка ионов плотностью 1016 см-2 для получения в полупроводнике легированного слоя толщиной 10-3 см со средней концентрацией примеси 1020 см-3 составит…
1с
100 с
25 с
10 с
16. При эпитаксиальном наращивании кремния на сильнолегированных подложках процессы диффузии и автолегирования ограничивают…
толщину слоев
скорость роста
продолжительность процесса
минимальную концентрацию примесей в растущем слое
17. Самой низкой разрешающей способностью в технологии пленочных и гибридных ИС характеризуется метод...
фотолитографии
контактной маски
сканирующей электронолитографии
неконтактной маски
18. Кислотостойкость резиста принято характеризовать…
толщиной пленки диоксида кремния
шириной растравленной области
светочувствительностью
клином травления
19. Хлоридно-гидридная модификация газофазной эпитаксии GaAs предполагает использование в качестве источника мышьяка...
AsH3
AsCl3
As2

Согласована на портале № 31765

GaAs

20. В магнитном поле анализатора масс ускоренные ионы перемещаются по дуге окружности. В зависимости от ускоряющего напряжения U радиус окружности изменяется пропорционально…

U
U2
1/U2
U1/2

14.1.2. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

Составление технических требований. Выбор физической структуры. Разработка принципиальной электрической схемы. Разработка конструкции и топологии. Оформление документации.

14.1.3. Темы опросов на занятиях

Основные подходы к синтезу наноструктур.
Эпитаксиальные методы.
Нанолитография.
Зондовые нанотехнологии.
Нанотрубки.
Лучевые методы.
Большие гибридные интегральные схемы.
Проектирование технологических процессов.

14.1.4. Темы лабораторных работ

Элементы кремниевых биполярных ИС

14.1.5. Зачёт

1. Основные подходы к синтезу наноструктур.
2. Газофазная, жидкостная и молекулярно-лучевая эпитаксия.
3. Самоорганизация квантовых точек при эпитаксии.
4. Использование массивов квантовых точек в приборных структурах.
5. Фотолитография.
6. Электронная литография.
7. Рентгенолитография.
8. Ионолитография.
9. Импринтинг.
10. Сканирующая зондовая микроскопия.
11. Сканирующий туннельный микроскоп (СТМ).
12. Нанотехнологии на основе СТМ.
13. Сканирующий атомно-силовой микроскоп (АСМ).
14. Нанолитография на основе АСМ
15. Методы получения и свойства углеродных нанотрубок.
16. Неуглеродные нанотрубки.
17. Перспективы применения нанотрубок в электронике.
18. Электронно-лучевая технология.
19. Лазерные микротехнологии.
20. Сущность золь-гель технологии.
21. Отличительные особенности и классификация БГИС.
22. Технические задания на проектирование технологических процессов.
23. Квантовые МОП транзисторы.
24. Технологии атомного масштаба.
25. Путь к квантовым компьютерам

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Согласована на портале № 31765

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 31765