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

Проектирование электронной компонентной базы

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Промышленная электроника и микропроцессорная техника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	10	10	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	44	44	часов
5	Самостоятельная работа	64	64	часов
6	Всего (без экзамена)	108	108	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е.

Экзамен: 3 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 36878

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 50 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) 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 30.10.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПрЭ «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

доцент каф. ПрЭ	_____	Ю. Н. Тановицкий
Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ	_____	С. Г. Михальченко

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФЭТ	_____	А. И. Воронин
Заведующий выпускающей каф. ПрЭ	_____	С. Г. Михальченко

Эксперты:

доцент каф. ПрЭ	_____	Н. С. Легостаев
Заведующий кафедрой промышленной электроники (ПрЭ)	_____	С. Г. Михальченко

Согласована на портале № 36878

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Обучение студентов общим принципам и подходам проектирования активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств, с использованием современных пакетов прикладных программ, обеспечивающих приборно-технологическое проектирование нового поколения. Изучение и освоение типовых базовых технологических процессов производства микроэлектронных компонентов и устройств.

1.2. Задачи дисциплины

– Наделить студента способностью анализировать состояние научно-технических проблем возникающих в ходе профессиональной деятельности; самостоятельно разрабатывать модели процессов и математические модели приборов, схем, устройств, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования; демонстрировать навыки работы в коллективе, порождать новые идеи; разрабатывать проектную и техническую документацию

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Проектирование электронной компонентной базы» (Б1.В.ОД.5) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Компьютерные технологии в научных исследованиях, Методы математического моделирования.

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты, Научно-исследовательская работа (рассред.), Преддипломная практика.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-1 способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения;

– ПК-3 готовностью осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени;

– ПК-4 способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов;

– ПК-7 готовностью определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ;

– ПК-8 способностью проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований;

– ПК-9 способностью разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств;

– **уметь** разрабатывать физические и математические модели приборов и устройств электроники и наноэлектроники;

– **владеть** методами проектирования электронной компонентной базы и технологических процессов электроники и наноэлектроники; методами математического моделирования технологических процессов с целью их оптимизации.

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

Согласована на портале № 36878

		3 семестр
Аудиторные занятия (всего)	44	44
Лекции	18	18
Практические занятия	10	10
Лабораторные работы	16	16
Самостоятельная работа (всего)	64	64
Оформление отчетов по лабораторным работам	16	16
Проработка лекционного материала	4	4
Написание рефератов	34	34
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	10
Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена	36	36
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
3 семестр						
1 Этапы проектирования, стандарты и модели жизненных циклов изделий микро- и наноэлектроники	4	8	8	34	54	ОПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-7, ПК-8, ПК-9
2 Моделирование и расчет характеристик активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств	9	2	8	17	36	ОПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-7, ПК-8, ПК-9
3 Технологические процессы формирования структуры активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств	5	0	0	13	18	ОПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-7, ПК-8, ПК-9
Итого за семестр	18	10	16	64	108	
Итого	18	10	16	64	108	

Согласована на портале № 36878

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
3 семестр			
1 Этапы проектирования, стандарты и модели жизненных циклов изделий микро- и наноэлектроники	Этапы НИР, ОКР, опытный образец, установочная партия, серийное производство. Современные стандарты ведения документации в ходе проектов. Жизненные циклы изделий.	4	ОПК-1, ПК-3, ПК-7, ПК-8, ПК-9
	Итого	4	
2 Моделирование и расчет характеристик активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств	Моделирование и расчет характеристик активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств в современных САПР:• базовые модели описания структур приборов и транспорта носителей заряда;• особенности моделирования наноразмерных приборов	9	ОПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-7, ПК-8
	Итого	9	
3 Технологические процессы формирования структуры активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств	Базовые технологические процессы формирования структуры приборов: • термическое окисление кремния;• диффузия в кремнии при высокой и низкой концентрации примеси;• ионная имплантация;• пучковый отжиг имплантированного кремния;• оптическая литография;• литография в глубокой УФ области.	5	ОПК-1, ПК-4, ПК-7, ПК-9
	Итого	5	
Итого за семестр		18	

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
Предшествующие дисциплины			
1 Компьютерные технологии в научных исследованиях	+		
2 Методы математического моделирования			+
Последующие дисциплины			
1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты	+	+	

Согласована на портале № 36878

2 Научно-исследовательская работа (рассред.)	+		
3 Преддипломная практика	+	+	

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий 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-1	+	+	+	+	Коллоквиум, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, Реферат, Отчет по практическому занятию
ПК-3	+	+	+	+	Коллоквиум, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, Реферат, Отчет по практическому занятию
ПК-4	+	+	+	+	Коллоквиум, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, Реферат, Отчет по практическому занятию
ПК-7	+	+	+	+	Коллоквиум, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, Реферат, Отчет по практическому занятию
ПК-8	+	+	+	+	Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, Отчет по практическому занятию
ПК-9	+	+	+	+	Коллоквиум, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, Реферат, 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.

Согласована на портале № 36878

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Этапы проектирования, стандарты и модели жизненных циклов изделий микро- и наноэлектроники	Проектирование коммутационного компонента - печатной платы	8	ОПК-1, ПК-4, ПК-7, ПК-8, ПК-9
	Итого	8	
2 Моделирование и расчет характеристик активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств	Исследование свойств полевого транзистора с каналом из нанотрубки	8	ОПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-7, ПК-9
	Итого	8	
Итого за семестр		16	

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
3 семестр			
1 Этапы проектирования, стандарты и модели жизненных циклов изделий микро- и наноэлектроники	Знакомство со online средами проектирования печатных плат. Проектирование печатной платы звонка.	8	ОПК-1, ПК-3, ПК-8, ПК-9
	Итого	8	
2 Моделирование и расчет характеристик активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств	Знакомство с пакетом моделирования электрофизических свойств наноприборов NanoTCADVides	2	ПК-4, ПК-7, ПК-8, ПК-9
	Итого	2	
Итого за семестр		10	

9. Самостоятельная работа

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

Согласована на портале № 36878

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
3 семестр				
1 Этапы проектирования, стандарты и модели жизненных циклов изделий микро- и наноэлектроники	Написание рефератов	34	ОПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-7, ПК-9	Коллоквиум, Реферат
	Итого	34		
2 Моделирование и расчет характеристик активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ОПК-1, ПК-3, ПК-7, ПК-4, ПК-9	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	3		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	17		
3 Технологические процессы формирования структуры активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-4, ПК-8, ОПК-1, ПК-7, ПК-3, ПК-9	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	13		
Итого за семестр		64		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		100		

10. Курсовой проект / курсовая работа

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 начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
3 семестр				
Коллоквиум			5	5
Опрос на занятиях	3	3	4	10

Согласована на портале № 36878

Отчет по лабораторной работе		15	20	35
Отчет по практическому занятию	5	5	5	15
Реферат			5	5
Итого максимум за период	8	23	39	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	8	31	70	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. Технология кремниевой наноэлектроники: Учебное пособие / Анищенко Е. В., Данилина Т. И., Кагадей В. А. - 2011. 263 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/552 (дата обращения: 05.07.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Пасынков, Владимир Васильевич. Полупроводниковые приборы : учебное пособие. - СПб. : Лань , 2006. - 478[2] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 98 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Ю.Н. Тановицкий. Проектирование электронной компонентной базы: Руководство к проведению практических занятий и лабораторных работ. - Томск: ТУСУР. - 2018. 12 с. [Электрон-

Согласована на портале № 36878

ный ресурс] - Режим доступа: http://ie.tusur.ru/docs/tyn/pekb.pdf (дата обращения: 05.07.2018).

2. Проектирование и технология электронной компонентной базы: Учебно-методическое пособие по аудиторным практическим занятиям и самостоятельной работе для магистрантов, обучающихся по направлению подготовки 210100 «Электроника и наноэлектроника» / Зыков Д. Д. - 2012. 49 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4733 (дата обращения: 05.07.2018).

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. www.elibrary.ru
2. nano.nature.com

12.5. Периодические издания

1. Физика твердых тел (Электрические свойства) [Электр.ресурс] : реферативный журнал. Сер. 18. Н. - М. : ВИНИТИ
2. Электроника : научно-технический журнал : Известия ВУЗов. - М. : МИЭТ
3. Материалы электронной техники : научно-технический журнал : Известия ВУЗов. - М. : МИСиС

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 иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория практической электроники

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)

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 311 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Персональные компьютеры (13 шт.);
- Цифровой осциллограф АКИП – 4122/1 (12 шт.);
- Функциональный генераторVC2002 (12 шт.);
- Трехканальный источник питания HY3003F-3 (12 шт.);

Согласована на портале № 36878

- Цифровой мультиметр VC9808 (12 шт.);
- Цифровые паяльные станции ASE-1117 (12 шт.);
- Дымопоглотители ZD-153 (12 шт.);
- Ламинатор FGK-260;
- Интерактивная доска – «Smart-board» 2000s;
- Проектор SanyoPROxtraX;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Mozilla Firefox
- PTC Mathcad13, 14
- VirtualBox

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория практической электроники

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)

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 311 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Персональные компьютеры (13 шт.);
- Цифровой осциллограф АКИП – 4122/1 (12 шт.);
- Функциональный генераторVC2002 (12 шт.);
- Трехканальный источник питания HY3003F-3 (12 шт.);
- Цифровой мультиметр VC9808 (12 шт.);
- Цифровые паяльные станции ASE-1117 (12 шт.);
- Дымопоглотители ZD-153 (12 шт.);
- Ламинатор FGK-260;
- Интерактивная доска – «Smart-board» 2000s;
- Проектор SanyoPROxtraX;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Google Chrome
- Mozilla Firefox
- PTC Mathcad13, 14
- VirtualBox

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:

Согласована на портале № 36878

- 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) Что дает фоновое легирование подложки бором
1. Улучшает механические свойства подложки
2. Улучшает химические ее свойства
3. Устраняет накопленные электростатические заряды
4. Позволяет получить проводимость n-типа

2) Для моделирования электрофизических процессов в канале наноприбора
1. Необходимо всегда учитывать магнитное поле
2. Можно никогда не учитывать магнитное поле
3. Достаточно учитывать магнитное поле лишь в случае нахождения в непосредственной близости ферромагнитных материалов
4. Необходимо учитывать эффект Холла создаваемый внешними магнитными полями

3) Для моделирования электрофизических свойств полупроводниковых приборов уравнение Пуассона
1. Не используется
2. Используется, так как оно описывает транспорт носителей заряда
3. Используется, так как оно моделирует эффект аннигиляции электронов и дырок
4. Используется, так как оно связывает электростатические потенциал и заряд

4) Для моделирования электрофизических свойств полупроводниковых приборов уравнение непрерывности
1. Не используется
2. Используется, так как оно описывает транспорт носителей заряда

Согласована на портале № 36878

3. Используется, так как оно связывает величину заряда и его изменение во времени
4. Используется, так как оно связывает электростатические потенциал и заряд

5) Легирование это
1. Разновидность химической реакции
2. Внесение примеси в кристаллическую решетку полупроводника
3. Диффузия или ионная имплантация
4. Бомбардировка поверхности подложки пучками электронов с высокой энергией

6) К полупроводникам A3B5 относят
1. Si - кремний
2. SiO2 - оксид кремния
3. Ge - германий
4. AsGa - арсенид галия

7) Для моделирования электрофизических свойств полупроводниковых приборов транспортные уравнения
1. Не используется
2. Используется, так как оно описывает транспорт носителей заряда
3. Используется, так как оно связывает величину заряда и его изменение во времени
4. Используется, так как оно связывает электростатические потенциал и заряд

8) При литографии в экстремально ультрафиолетовой области свет фокусируется с помощью оптических
1. Линз
2. Зеркал
3. Линз и зеркал
4. Зеркал с наногетероструктурной поверхностью

9) Иммерсионная литография использует эффект
1. Лучшего (в сравнении с воздушным) охлаждения поверхности подложки
2. Замедления скорости света в жидкости
3. Растворения в жидкости частиц и кристаллов на поверхности подложки
4. Химического взаимодействия с поверхностью подложки

10) Окисляя кремний получают
1. Проводник
2. Полупроводник
3. Изолятор
4. Подзатворный окисел

11) Проект это
1. Математическая модель создаваемого прибора или изделия
2. Изделие существующее в "физическом" мире
3. Совокупность документов согласно стандартам
4. Документ, содержащий все основные характеристики прибора или изделия

12) Механическое напряжение в канале полупроводникового прибора можно описать
1. Скаляром
2. Вектором
3. Кватернионом
4. Тензором

Согласована на портале № 36878

13) При моделировании оптических полупроводниковых приборов учитывают
1. Электроны
2. Дырки
3. Фотоны
4. Электроны, фотоны и дырки

14) Процедуру отжига применяют после
1. Диффузии
2. Имплантации
3. Легирования
4. Термического окисления

15) high-K диэлектрики используются в качестве
1. подзатворного окисла
2. изоляции межсоединений
3. материалов корпусов
4. покрытий интегральных схем и приборов

16) low-K диэлектрики используются в качестве
1. подзатворного окисла
2. изоляции межсоединений
3. материалов корпусов
4. покрытий интегральных схем и приборов

17) основное преимущество FIN-FET транзисторов заключается в
1. уменьшении площади прибора и его размеров на кристалле подложки
2. снижении токов утечки
3. повышении частоты работы
4. увеличении рассеиваемой прибором мощности

18) Технологическая установка выполняющая совокупность процессов литографии называется
1. сканер
2. проектор
3. литограф
4. фотоумножитель

19) Печатные платы изготавливают методом
1. печати
2. фотолитографии
3. фрезеровки
4. лазерной резки

20) К технологическим САПР относятся
1. TCAD Synopsis
2. TCAD Silvaco
3. PCAD
4. SPICE

14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Современные возможности САПР по проектированию и моделированию приборов и интегральных схем
2. Современные возможности САПР по изготовлению фотошаблонов
3. Современных возможности САПР по проектированию и изготовлению печатных плат
4. Жизненные циклы полупроводиниковых приборов

Согласована на портале № 36878

5. Стандарты оформления проектно-конструкторской документации электронной компонентной базы

6. Моделирование технологического процесса формирования прибора

7. Моделирование механических напряжений внутри прибора

8. Моделирование и анализ растекания носителей заряда

9. Моделирование кремниевых приборов

10. Моделирование электрофизических процессов в гетеропереходах

11. Моделирование приборов на основе материалов A3B5, использующих гетеропереходы (HEMT)

12. Моделирование фотодетекторов, светоизлучающих диодов (LED) и полупро-водниковых лазеров

13. Базовые технологии изготовления сверхвысокочастотных полосковых схем

14. Технологии новых материалов и покрытий, обеспечивающих повышение надежности компонентов и интегральных схем на их основе

15. Одно- и двухмерное моделирование термического окисления кремния

16. Одно- и двухмерное моделирование диффузии в кремнии при высокой и низкой концентрации примеси

17. Одно- и двухмерное моделирование ионной имплантации

18. Одно- и двухмерное моделирование пучкового отжига имплантированного кремния

19. Одно- и двухмерное моделирование оптической литографии

20. Одно- и двухмерное моделирование литография в глубокой УФ области

14.1.3. Темы опросов на занятиях

Этапы НИР, ОКР, опытный образец, установочная партия, серийное производство. Современные стандарты ведения документации в ходе проектов. Жизненные циклы изделий.

Моделирование и расчет характеристик активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств в современных САПР:

• базовые модели описания структур приборов и транспорта носителей заряда;

• особенности моделирования наноразмерных приборов

Базовые технологические процессы формирования структуры приборов:

• термическое окисление кремния;

• диффузия в кремнии при высокой и низкой концентрации примеси;

• ионная имплантация;

• пучковый отжиг имплантированного кремния;

• оптическая литография;

• литография в глубокой УФ области.

14.1.4. Темы коллоквиумов

Моделирование пучкового отжига имплантированного кремния.

Моделирование оптической литографии.

Моделирование литография в глубокой УФ области

14.1.5. Темы рефератов

1. Изучение современных возможностей САПР по проектированию и моделированию приборов и интегральных схем

2. Изучение современных возможностей САПР по изготовлению фотошаблонов

3. Изучение современных возможностей САПР по проектированию и изготовлению печатных плат

4. Моделирование технологического процесса формирования структуры прибора

5. Моделирование механических напряжений внутри прибора

6. Моделирование и анализ трехмерного растекания носителей заряда

7. Моделирование кремниевых приборов и приборов с гетеропереходами (в том числе на основе SiC и GaN)

8. Моделирование приборов на основе материалов A3B5, использующих гетеропереходы (HEMT)

9. Моделирование фотодетекторов, светоизлучающих диодов (LED) и полупроводниковых

Согласована на портале № 36878

лазеров

10. Изучение базовых технологий изготовления сверхвысокочастотных полосковых схем, адаптированных к новой электронной компонентной базе сверхвысокочастотного диапазона

11. Освоение технологии новых материалов и покрытий, обеспечивающих повышение надежности компонентов и интегральных схем на их основе

12. Одно- и двухмерное моделирование термического окисления кремния

13. Одно- и двухмерное моделирование диффузии в кремнии при высокой и низкой концентрации примеси

14. Одно- и двухмерное моделирование ионной имплантации

15. Одно- и двухмерное моделирование пучкового отжига имплантированного кремния

16. Одно- и двухмерное моделирование оптической литографии

17. Одно- и двухмерное моделирование литография в глубокой УФ области

14.1.6. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

Знакомство со online средами проектирования печатных плат. Проектирование печатной платы звонка.

Знакомство с пакетом моделирования электрофизических свойств наноприборов NanoTCADVides

14.1.7. Темы лабораторных работ

Проектирование коммутационного компонента - печатной платы

Исследование свойств полевого транзистора с каналом из нанотрубки

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.

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

Согласована на портале № 36878

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 № 36878