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

Основы проектирования электронной компонентной базы

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Промышленная электроника**
Форма обучения: **заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**
Факультет: **ФДО, Факультет дистанционного обучения**
Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**
Курс: **2**
Семестр: **4**
Учебный план набора 2014 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	4 семестр	Всего	Единицы
1	Самостоятельная работа под руководством преподавателя	20	20	часов
2	Контроль самостоятельной работы	2	2	часов
3	Всего контактной работы	22	22	часов
4	Самостоятельная работа	190	190	часов
5	Всего (без экзамена)	212	212	часов
6	Подготовка и сдача зачета	4	4	часов
7	Общая трудоемкость	216	216	часов
			6.0	З.Е.

Контрольные работы: 4 семестр - 1
Зачет: 4 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 40312

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 1 от « 2 » 7 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 12.03.2015 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 ФДО	_____	И. П. Черкашина
Заведующий выпускающей каф. ПрЭ	_____	С. Г. Михальченко

Эксперты:

Доцент кафедры технологий электронного обучения (ТЭО)	_____	Ю. В. Морозова
Профессор кафедры промышленной электроники (ПрЭ)	_____	Н. С. Легостаев

Согласована на портале № 40312

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. 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; разрабатывать проектную и техническую документацию

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Основы проектирования электронной компонентной базы» (Б1.В.ДВ.4.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Математика, Материалы электронной техники, Патентование научно-технических разработок.

Последующими дисциплинами являются: Преддипломная практика, Учебно-исследовательская работа, Энергетическая электроника.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-9 способностью использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности;

– ПК-1 способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования;

– ПК-2 способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** методы расчета и проектирования электронной компонентной базы с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств; стандарты проектирования; основные процессы формирования структуры приборов

– **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 и оптимизации

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		4 семестр
Контактная работа (всего)	22	22
Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)	20	20

Согласована на портале № 40312

Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2
Самостоятельная работа (всего)	190	190
Подготовка к контрольным работам	48	48
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	142	142
Всего (без экзамена)	212	212
Подготовка и сдача зачета	4	4
Общая трудоемкость, ч	216	216
Зачетные Единицы	6.0	

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	СРП, ч	КСР, ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
4 семестр					
1 Этапы проектирования, стандарты и модели жизненных циклов изделий микро- и наноэлектроники	4	2	48	52	ОПК-9, ПК-1, ПК-2
2 Моделирование и расчет характеристик активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств	12		94	106	ОПК-9, ПК-1, ПК-2
3 Базовые технологические процессы формирования структуры активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств	4		48	52	ОПК-9, ПК-1, ПК-2
Итого за семестр	20	2	190	212	
Итого	20	2	190	212	

5.2. Содержание разделов дисциплины (самостоятельная работа под руководством преподавателя)

Содержание разделов дисциплин (самостоятельная работа под руководством преподавателя) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (самостоятельная работа под руководством преподавателя)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (самостоятельная работа под руководством преподавателя)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
1 Этапы проектирования, стандарты и модели жизненных циклов изделий микро- и	Этапы НИР, ОКР, опытный образец, установочная партия, серийное производство. Современные стандарты ведения документации в ходе проектов. Жизненные циклы изделий.	4	ОПК-9, ПК-2

Согласована на портале № 40312

наноэлектроники	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	12	ПК-1
	Итого	12	
3 Базовые 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.	4	ОПК-9, ПК-2
	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
Предшествующие дисциплины			
1 Математика		+	
2 Материалы электронной техники			+
3 Патентование научно-технических разработок	+		
Последующие дисциплины			
1 Преддипломная практика		+	+
2 Учебно-исследовательская работа	+	+	+
3 Энергетическая электроника	+		

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
	СРП	КСР	Сам. раб.	
ОПК-9	+	+	+	Контрольная работа, Проверка контрольных работ, Зачет, Тест

Согласована на портале № 40312

ПК-1	+	+	+	Контрольная работа, Проверка контрольных работ, Зачет, Тест
ПК-2	+	+	+	Контрольная работа, Проверка контрольных работ, Зачет, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП.

8. Контроль самостоятельной работы

Виды контроля самостоятельной работы приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Виды контроля самостоятельной работы

№	Вид контроля самостоятельной работы	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции
4 семестр			
1	Контрольная работа	2	ОПК-9, ПК-1, ПК-2
Итого		2	

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
4 семестр				
1 Этапы проектирования, стандарты и модели жизненных циклов изделий микро- и наноэлектроники	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	48	ОПК-9, ПК-1, ПК-2	Зачет, Контрольная работа, Тест
	Итого	48		
2 Моделирование и расчет характеристик активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	46	ОПК-9, ПК-1, ПК-2	Зачет, Контрольная работа, Проверка контрольных работ, Тест
	Подготовка к контрольным работам	48		
	Итого	94		
3 Базовые технологические процессы формирования структуры активных и пассивных микроэлектронных компонентов и	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	48	ОПК-9, ПК-1, ПК-2	Зачет, Контрольная работа, Тест
	Итого	48		

Согласована на портале № 40312

устройств				
	Выполнение контрольной работы	2	ОПК-9, ПК-1, ПК-2	Контрольная работа
Итого за семестр		190		
	Подготовка и сдача зачета	4		Зачет
Итого		194		

10. Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется.

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Технология кремниевой наноэлектроники [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Е. В. Анищенко, Т. И. Данилина, В. А. Кагадей - 2011. 263 с. – Доступ из личного кабинета студента — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 29.08.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Легостаев Н. С. Материалы электронной техники [Электронный ресурс] [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н. С. Легостаев. – Томск: ТУСУР, 2014. – 239 с. – Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 29.08.2018).

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Ю.Н. Тановицкий. Проектирование электронной компонентной базы [Электронный ресурс]: Руководство к проведению практических занятий и лабораторных работ. - Томск: ТУСУР. - 2018. 12 с. - Доступ из личного кабинета студента — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 29.08.2018).
2. Тановицкий Ю. Н. Основы проектирования электронной компонентной базы [Электронный ресурс]: методические указания по организации самостоятельной работы для студентов заочной формы обучения направления подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, обучающихся с применением дистанционных образовательных технологий / Ю. Н. Тановицкий. – Томск ТУСУР, ФДО, 2018. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 29.08.2018).
3. Тановицкий Ю.Н. Основы проектирования электронной компонентной базы : электронный курс / Ю. Н. Тановицкий. – Томск ТУСУР, ФДО, 2018. Доступ из личного кабинета студента.

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.

Согласована на портале № 40312

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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

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 дисциплины

Кабинет для самостоятельной работы студентов

учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Коммутатор MicroTeak;
- Компьютер PENTIUM D 945 (3 шт.);
- Компьютер GELERON D 331 (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- ASIMEC (с возможностью удаленного доступа)
- Google Chrome
- MS Office версий 2010 (с возможностью удаленного доступа)
- Microsoft Windows
- VirtualBox (с возможностью удаленного доступа)

13.1.2. 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 звуко-

Согласована на портале № 40312

усиливающей 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

Согласована на портале № 40312

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

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

Согласована на портале № 40312

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

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

Согласована на портале № 40312

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

Согласована на портале № 40312

1. TCAD Synopsis

2. TCAD Silvaco

3. PCAD

4. SPICE

14.1.2. Зачёт

1) Что из ниже перечисленного относится к электронной компонентной базе

1. Трансформатор

2. Емкость

3. Сопротивление

4. Транзистор

2) Для моделирования электрофизических процессов в канале наноприбора

1. Необходимо всегда учитывать магнитное поле

2. Электростатические заряды

3. Температуру

4. Подвижность неосновных носителей заряда

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

3. Используется, так как оно связывает величину заряда и его изменение во времени

4. Используется, так как оно связывает электростатические потенциал и заряд

5) Методы легирования при создании полупроводниковых компонентов это

1. Диффузия при высокой температуре

Согласована на портале № 40312

2. Бомбардировка поверхности подложки пучками электронов с высокой энергией

3. Ионная имплантация

6) К полупроводникам А3В5 относят

1. Карбид кремния

2. Нитрид галдия

3. Графен

4. Арсенид индия

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. Преломления света в жидкости

10) Окисляя кремний получают

1. Кварц

2. Полупроводник

3. Изолятор

Согласована на портале № 40312

4. Инертный газ

11) Результатом проектирования является

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

13) При моделировании оптических полупроводниковых приборов учитывают

1. Позитроны

2. Нейтроны

3. Фононы

4. Электроны, фотоны, дырки

14) Процедура отжига необходима после

1. Диффузии

2. Имплантации

3. Легирования

4. Термического окисления

15) high-K диэлектрики используются в качестве

1. подзатворного окисла

2. изолятора для межсоединений

3. материалов корпусов

4. покрытий интегральных схем и приборов

16) low-K диэлектрики используются в качестве

Согласована на портале № 40312

1. подзатворного окисла

2. изолятора 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) Технологические САПР (TCAD) позволяют моделировать

1. процесс формирования прибора на кристалле

2. электрофизические, оптические свойства проектируемых приборов

3. большие логические схемы из полупроводниковых приборов

4. печатные платы

14.1.3. Темы контрольных работ

Основы проектирования электронной компонентной базы
1. Модели жизненных циклов полупроводниковых изделий
Напишите
- что понимают под жизненным циклом изделия?

Согласована на портале № 40312

- назовите основные этапы жизненных циклов?

- для чего нужна модель жизненного цикла и как она повлияет на процессы проектирования?

2. Последовательность проектирования, этапы НИР и ОКР

Напишите в объеме 1 страницы:

- какие виды работ понимают под НИР и какие под ОКР?

- назовите основные этапы НИР и ОКР?

- какими стандартами регулируются эти работы и создаваемая в ходе нее документация?

3. Уравнения Пуассона

Напишите в объеме 1 страницы:

- уравнение Пуассона;

- опишите все переменные и операторы используемые в нем;

- укажите типы переменных применяемых в этом уравнении (при моделировании полупроводниковых приборов) и операторы;

- в чем заключается его физический смысл?

4. Транспортные модели носителей зарядов в полупроводниковых приборах

Напишите в объеме 1 страницы:

- для чего нужны транспортные уравнения и, что является "транспортируемыми объектами"?

- какие виды транспортных уравнений вам известны?

5. Оптическая литография

Напишите в объеме 1 страницы:

- для чего нужна литография?

- какими параметрами характеризуют современные технологические нормы?

- в чем отличие обычной (ультрафиолетовой литографии и литографии в видимой области) от литографии в экстремальной ультрафиолетовой области?

14.1.4. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

- чтение или просмотр материала необходимо осуществлять медленно, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

- если в тексте встречаются термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

- необходимо осмысливать прочитанное и изученное, отвечать на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия в форме вебинаров. Расписание вебинаров публикуется в кабинете студента на сайте Университета. Запись вебинара публикуется в электронном курсе по дисциплине.

Согласована на портале № 40312

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 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 № 40312