МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Проектирование электронной компонентной базы

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Электронные приборы и устройства сбора, обработки и отображения информации**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2015 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	Из них в интерактивной форме	20	20	часов
6	Самостоятельная работа	64	64	часов
7	Всего (без экзамена)	108	108	часов
8	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
9	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е

Экзамен: 3 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 16594

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 42 от «28» 11 2016 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 30 октября 2014 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

доцент каф. ПрЭ _____ Ю. Н. Тановицкий

Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ _____ С. Г. Михальченко

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан ФЭТ _____ А. И. Воронин

Заведующий выпускающей каф. ПрЭ _____ С. Г. Михальченко

Эксперты:

доцент каф. ПрЭ _____ Н. С. Легостаев

Согласована на портале № 16594

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Обучение студентов общим принципам и подходам проектирования активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств, в том числе СВЧ диапазона, с использованием современных пакетов 2D- и 3D-прикладных программ, обеспечивающих приборно-технологическое проектирование нового поколения, а также интеграцию этих средств с САПР СБИС. Изучение и освоение типовых базовых технологических процессов производства микроэлектронных компонентов и устройств с использованием современных методов моделирования с применением новейших программных продуктов.

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.Б.7) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Компьютерные технологии в научных исследованиях, Методы математического моделирования, САПР электронных схем.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОК-2 способностью использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом;

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

В результате изучения дисциплины студент 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.

Согласована на портале № 16594

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		3 семестр
Аудиторные занятия (всего)	44	44
Лекции	18	18
Практические занятия	10	10
Лабораторные работы	16	16
Из них в интерактивной форме	20	20
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	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
3 семестр						
1 Изучение современных возможностей САПР для проектирования и технологии электронной компонентной базы	4	0	0	34	38	ОК-2, ОПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-7, ПК-9
2 Моделирование и расчет характеристик активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств в среде Sentaurus TCAD	5	4	8	14	31	ОК-2, ОПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-7, ПК-9
3 Изучение базовых технологий изготовления активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств	5	4	0	5	14	ОК-2, ОПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-7, ПК-9
4 Одно- и двухмерное моделирование технологических процессов в среде	4	2	8	11	25	ОК-2, ОПК-1, ПК-3, ПК-4,

Согласована на портале № 16594

SentaurusTCAD в процессе проектирования активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств						ПК-7, ПК-9
Итого за семестр	18	10	16	64	108	
Итого	18	10	16	64	108	

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 Изучение современных возможностей САПР для проектирования и технологии электронной компонентной базы	Изучение современных возможностей САПР для проектирования и технологии электронной компонентной базы:• по проектированию и моделированию приборов и интегральных схем;• изготовлению фотошаблонов;• проектированию и изготовлению печатных плат.	4	ОПК-1, ПК-3, ПК-7, ПК-9
	Итого	4	
2 Моделирование и расчет характеристик активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств в среде Sentaurus TCAD	Моделирование и расчет характеристик активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств в среде Sentaurus TCAD:• трехмерное моделирование полупроводниковых субмикронных приборов, включающее моделирование технологического процесса формирования структуры прибора, механических напряжений внутри прибора и анализ трехмерного растекания носителей заряда;• моделирование кремниевых приборов и приборов с гетеропереходами (в том числе на основе SiC и GaN), приборов на основе материалов A3B5, использующих гетеропереходы (HEMT), фотодетекторов, светоизлучающих диодов (LED) и полупроводниковых лазеров.	5	ОПК-1, ПК-3, ПК-7
	Итого	5	
3 Изучение базовых технологий изготовления активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств	Изучение базовых технологий изготовления активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств, • в том числе	5	ОК-2, ОПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-7

Согласована на портале № 16594

	сверхвысокочастотных полосковых схем, адаптированных к новой электронной компонентной базе сверхвысокочастотного диапазона;• освоение технологии новых материалов и покрытий, обеспечивающих повышение надежности компонентов и интегральных схем на их основе.		
	Итого	5	
4 Одно- и двухмерное моделирование технологических процессов в среде SentaurusTCAD в процессе проектирования активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств	Одно- и двухмерное моделирование технологических процессов в среде SentaurusTCAD в процессе проектирования активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств: • 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	ОК-2, ОПК-1, ПК-4, ПК-7
	Итого	4	
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	4
Предшествующие дисциплины				
1 Компьютерные технологии в научных исследованиях	+			
2 Методы математического моделирования				+
3 САПР электронных схем	+			

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 и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

	Виды занятий	Формы контроля

Согласована на портале № 16594

Компетенции	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	
ОК-2	+	+	+	+	Коллоквиум, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Реферат, Отчет по практике
ОПК-1	+	+	+	+	Коллоквиум, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Реферат, Отчет по практике
ПК-3	+		+	+	Коллоквиум, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Реферат
ПК-4	+	+	+	+	Коллоквиум, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Реферат, Отчет по практике
ПК-7	+		+	+	Коллоквиум, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Реферат
ПК-9	+	+	+	+	Коллоквиум, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Реферат, Отчет по практике

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы	Интерактивные практические занятия	Интерактивные лабораторные занятия	Интерактивные лекции	Всего
3 семестр				
Выступление студента в роли обучающего	2	2	1	5
Презентации с использованием	2	2	7	11

Согласована на портале № 16594

интерактивной доски с обсуждением				
Работа в команде	2	2		4
Итого за семестр:	6	6	8	20
Итого	6	6	8	20

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
3 семестр			
2 Моделирование и расчет характеристик активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств в среде Sentaurus TCAD	Физическое моделирование транзистора Шоттки	8	ОК-2, ОПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-7, ПК-9
	Итого	8	
4 Одно- и двухмерное моделирование технологических процессов в среде SentaurusTCAD в процессе проектирования активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств	Физическое моделирование гетероструктурного транзистора AlGaAs/GaAs	8	ОК-2, 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			
2 Моделирование и расчет характеристик активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств в среде Sentaurus TCAD	Приборно-технологическое моделирование полупроводникового резистора на подложке GaAs (Ge, Si)	4	ОК-2, ОПК-1
	Итого	4	
3 Изучение базовых технологий изготовления активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств	Приборно-технологическое моделирование диода Шоттки	4	ПК-4, ПК-9
	Итого	4	
4 Одно- и двухмерное моделирование технологических процессов в среде SentaurusTCAD в	моделирование процесса формирования затвора МОП-прибора в среде Sentaurus TCAD	2	ОК-2, ПК-4

Согласована на портале № 16594

процессе проектирования активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств	Итого	2	
Итого за семестр		10	

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
3 семестр				
1 Изучение современных возможностей САПР для проектирования и технологии электронной компонентной базы	Написание рефератов	34	ОК-2, 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 в среде Sentaurus TCAD	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОК-2, ОПК-1, ПК-3, ПК-7, ПК-4, ПК-9	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практике
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	14		
3 Изучение базовых технологий изготовления активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-4, ПК-9, ОК-2, ОПК-1, ПК-3, ПК-7	Опрос на занятиях, Отчет по практике
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	5		
4 Одно- и двухмерное моделирование технологических процессов в среде SentaurusTCAD в процессе проектирования активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОК-2, ПК-4, ОПК-1, ПК-7, ПК-3, ПК-9	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практике
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	11		
Итого за семестр		64		
	Подготовка и сдача	36		Экзамен

Согласована на портале № 16594

	экзамена			
Итого		100		

9.1. Темы рефератов

1. Написание реферата на заданную тему

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

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
Отчет по лабораторной работе		15	20	35
Отчет по практике	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)

Согласована на портале № 16594

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. Зыков Д.Д., Осипов К.Ю. Проектирование и технология электронной компонентной базы. Основы САПР Synopsys TCAD: Учебное пособие. – Томск: ТУСУР, 2012. – 76 с. Файл: Зыков_ДД_Осипов_КЮ_-_ПиТЭКБ_(УП_2012).pdf в архиве [Электронный ресурс]. - http://miel.tusur.ru/images/files/Uchebno-metodicheskii_kompleks%20disciplin/Zikov/%D0%97%D1%8B%D0%BA%D0%BE%D0%B2_%D0%94%D0%94_%D0%9E%D1%81%D0%B8%D0%BF%D0%BE%D0%B2_%D0%9A%D0%AE_-_%D0%9F%D0%B8%D0%A2%D0%AD%D0%9A%D0%91.zip

12.2. Дополнительная литература

1. Реферативные журналы «Физика» и «Электроника». (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)
2. Журнал «Известия вузов. Электроника». (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)
3. Журнал «Известия вузов. Материалы». (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. 1. Зыков Д.Д. Проектирование и технология электронной компонентной базы: Лабораторный практикум. – Томск: ТУСУР, 2012. – 13 с. Файл: Зыков_ДД_-_ПиТЭКБ_(ЛП_2012).pdf в архиве [Электронный ресурс]. - http://miel.tusur.ru/images/files/Uchebno-metodicheskii_kompleks%20disciplin/Zikov/%D0%97%D1%8B%D0%BA%D0%BE%D0%B2_%D0%94%D0%94_%D0%9E%D1%81%D0%B8%D0%BF%D0%BE%D0%B2_%D0%9A%D0%AE_-_%D0%9F%D0%B8%D0%A2%D0%AD%D0%9A%D0%91.zip

2. Зыков Д.Д. Проектирование и технология электронной компонентной базы: Методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе. – Томск: ТУСУР, 2012. – 50 с. (для практических занятий с.2-46 для самостоятельной работы с.47) Файл: Зыков_ДД_-_ПиТЭКБ_(УМП_2012).pdf в архиве [Электронный ресурс]. - http://miel.tusur.ru/images/files/Uchebno-metodicheskii_kompleks%20disciplin/Zikov/%D0%97%D1%8B%D0%BA%D0%BE%D0%B2_%D0%94%D0%94_%D0%9E%D1%81%D0%B8%D0%BF%D0%BE%D0%B2_%D0%9A%D0%AE_-_%D0%9F%D0%B8%D0%A2%D0%AD%D0%9A%D0%91.zip

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа 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 № 16594

12.4. Ресурсы сети Интернет

12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. Электронный ресурс: http://yandex.ru, программный пакеты TCAD или nanoTCAD, MathCad

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое 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, компьютером с проектором, и стандартной учебной мебелью.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 3 этаж, ауд. 311. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Коммутатор D-Link Switch 24 port - 1шт.; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. -14 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; VirtualBox 6.2. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используется учебно-исследовательская вычислительная лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 3 этаж, ауд. 311. Состав оборудования: Учебная мебель; Экран с электроприводом DRAPER BARONET – 1 шт.; Мультимедийный проектор TOSHIBA – 1 шт.; Компьютеры класса не ниже Intel Pentium G3220 (3.0GHz/4Mb)/4GB RAM/ 500GB Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3; Visual Studio 2008 EE with SP1, NanoTCAD ViDES.

13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 74, 1 этаж, ауд. 100. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 4 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

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

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **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 удаленного просмотра.

При обучении студентов **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного

Согласована на портале № 16594

аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	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 средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ 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.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов 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 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;

Согласована на портале № 16594

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 16594

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Проектирование электронной компонентной базы

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Электронные приборы и устройства сбора, обработки и отображения информации**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**
Курс: **2**
Семестр: **3**

Учебный план набора 2015 года

Разработчики:

- доцент каф. ПрЭ Ю. Н. Тановицкий

Экзамен: 3 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 16594

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ОК-2	способностью использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом	Должен знать методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств; ; Должен уметь разрабатывать физические и математические модели приборов и устройств электроники и наноэлектроники; ; Должен владеть методами проектирования электронной компонентной базы и технологических процессов электроники и наноэлектроники; методами математического моделирования технологических процессов с целью их оптимизации. ;
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-9	способностью разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями	

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый	Знает факты, принципы,	Обладает диапазоном	Берет ответственность за

Согласована на портале № 16594

уровень)	процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ОК-2

ОК-2: способностью использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	этапы исследовательских работ и роли участников	разделять сложную работу на части и разделять ответственность за их выполнение между членами коллектива	навыками организации исследовательских и проектных работ
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Коллоквиум; • Реферат; • Отчет по практике; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Коллоквиум; • Реферат; • Отчет по практике; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Коллоквиум; • Реферат; • Отчет по практике; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть

Согласована на портале № 16594

Отлично (высокий уровень)	• этапы исследовательских работ, уметь самостоятельно определять проблему, ставить цели и задачи исследования, понимать принципы организации коллективных исследований роли участников, сложности распараллеливания процессов исследований;	• самостоятельно на языке предметной области описывать проблему, цели и задачи исследований;	• навыками организации исследовательских работ и управления коллективом;
Хорошо (базовый уровень)	• этапы исследовательских работ, ставить цели и задачи исследования, понимать принципы организации коллективных исследований роли участников;	• описывать проблему, цели и задачи исследований;	• навыками организации исследовательских работ;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• этапы исследовательских работ, понимать основные принципы организации коллективных исследований;	• описывать проблему, цели и задачи исследований, привлекая специалистов;	• организовывать исследовательские работы обращаясь за помощью к специалистам;

2.2 Компетенция ОПК-1

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

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	основные проблемы в своей предметной области	выбирать методы и средства их решения	способностью находить и анализировать технически и научные проблемы оценивать их сложность, обладать навыками общения со специалистами
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы;

Согласована на портале № 16594

	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Коллоквиум; • Реферат; • Отчет по практике; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Коллоквиум; • Реферат; • Отчет по практике; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Коллоквиум; • Реферат; • Отчет по практике; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• понимать основные проблемы в области проектирования электронной компонентной базы, иметь представления о возможностях и ограничениях доступных и перспективных технологий;	• формулировать и анализировать проблемы в области проектирования компонентной базы, осуществлять эффективный поиск информации в доступных источниках, задавать грамотные вопросы специалистам ;	• навыками формулирования возникающих проблем и выбора методов их решения при проектировании электронной компонентной базы;
Хорошо (базовый уровень)	• понимать основные проблемы в области проектирования электронной компонентной базы, иметь представления о возможностях и ограничениях доступных технологий;	• формулировать и анализировать проблемы в области проектирования компонентной базы, задавать грамотные вопросы специалистам ;	• навыками формулирования возникающих проблем при проектировании электронной компонентной базы;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• понимать основные проблемы в области проектирования электронной компонентной базы;	• формулировать и анализировать проблемы в области проектирования компонентной базы, обращаясь к специалистам;	• навыками формулирования общих проблем при проектировании электронной компонентной базы;

2.3 Компетенция ПК-3

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.

Согласована на портале № 16594

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов	применять средства измерений на практике	владеть навыками измерений в реальном времени
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Коллоквиум; • Реферат; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Коллоквиум; • Реферат; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Коллоквиум; • Реферат; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов;	• планировать и организовывать эксперимент на практике;	• навыками проведения измерений, в том числе в режиме реального времени;
Хорошо (базовый уровень)	• принципы планирования и методы автоматизации эксперимента;	• планировать и организовывать эксперимент;	• навыками проведения измерений;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• принципы планирования эксперимента;	• планировать эксперимент;	• навыками проведения измерений, с помощью специалистов;

Согласована на портале № 16594

2.4 Компетенция ПК-4

ПК-4: способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	методы организации и проведению экспериментальных исследований	проводить экспериментальные исследования с применением современных средств и методов	навыками организации и проведения экспериментальных исследований
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Коллоквиум; • Реферат; • Отчет по практике; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Коллоквиум; • Реферат; • Отчет по практике; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Коллоквиум; • Реферат; • Отчет по практике; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 10.

Таблица 10 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• современные методы организации и проведения экспериментальных исследований, роль программно-аппаратных средств, автоматизированные средства формирования отчетов анализа и результатов измерений;	• организовывать и проводить экспериментальные исследования с применением современных средств и методов анализа характеристик электронных приборов и устройств;	• навыками организации и проведения экспериментальных исследований с применением современных средств и методов;
Хорошо (базовый	• современные методы	• проводить	• навыками проведения

Согласована на портале № 16594

уровень)	организации и проведения экспериментальных исследований, роль программно-аппаратных средств;	экспериментальные исследования с применением современных средств и методов анализа характеристик характеристик электронных приборов и устройств;	экспериментальных исследований с применением современных средств и методов;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• современные методы организации и проведения экспериментальных исследований;	• проводить экспериментальные исследования характеристик электронных приборов и устройств;	• навыками проведения экспериментальных исследований;

2.5 Компетенция ПК-7

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

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	этапы подготовки технического задания и этапы проектирования электронных приборов, схем и устройств	выбирать актуальные анализируемые данные - стандарты, технико-экономические показатели, достижения и состояния перспективных исследований в данной отрасли знаний, для подготовки технических заданий	навыками подготовки технических заданий на выполнение проектных работ для электронных приборов
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях;	• Отчет по лабораторной работе; • Коллоквиум;

Согласована на портале № 16594

	• Коллоквиум; • Реферат; • Экзамен;	• Коллоквиум; • Реферат; • Экзамен;	• Реферат; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 12.

Таблица 12 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• методы постановки задач проектирования электронных приборов, схем, этапы подготовки технических заданий на выполнение проектных работ;	• определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ;	• специализированным и программными средствами подготовки технических заданий;
Хорошо (базовый уровень)	• методы постановки задач проектирования электронных приборов, схем;	• определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов;	• стандартными программными средствами подготовки технических заданий;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• основные этапы подготовки технических заданий на выполнение проектных работ;	• подготавливать данные для составления технических заданий;	• стандартными средствами подготовки технических заданий;

2.6 Компетенция ПК-9

ПК-9: способностью разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	общую структуру нормативных требований, стандартов, ГОСТ	уметь оперативно находить необходимую документацию	разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные

Согласована на портале № 16594

	лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Коллоквиум; • Реферат; • Отчет по практике; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Коллоквиум; • Реферат; • Отчет по практике; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Коллоквиум; • Реферат; • Отчет по практике; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 14.

Таблица 14 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• структуру и содержание ГОСТ 19.201-78, ГОСТ Р 53736-2009, касающуюся разработки проектно-конструкторской документации;	• разрабатывать проектно-конструкторскую документацию, оперативно извлекать всю необходимую информацию из ГОСТ;	• навыками разработки проектно-конструкторской документации;
Хорошо (базовый уровень)	• структуру ГОСТ 19.201-78, ГОСТ Р 53736-2009, касающуюся разработки проектно-конструкторской документации;	• разрабатывать проектно-конструкторскую документацию;	• отдельными навыками разработки проектно-конструкторской документации;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• основные принципы разработки проектно-конструкторской документации, отраженные в ГОСТ;	• разрабатывать проектно-конструкторскую документацию, привлекая помощь специалистов;	• навыками разработки проектно-конструкторской документации, с помощью специалиста;

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Темы рефератов

– Технологии новых материалов и покрытий, обеспечивающих повышение надежности компонентов и интегральных схем на их основе. Одно- и двухмерное моделирование термического окисления кремния. Одно- и двухмерное моделирование диффузии в кремнии при высокой и низкой концентрации примеси. Одно- и двухмерное моделирование ионной имплантации

Согласована на портале № 16594

3.2 Темы коллоквиумов

– Моделирование пучкового отжига имплантированного кремния. Моделирование оптической литографии. Моделирование литография в глубокой УФ области

3.3 Темы опросов на занятиях

– Изучение современных возможностей САПР для проектирования и технологии электронной компонентной базы: • по проектированию и моделированию приборов и интегральных схем; • изготовлению фотошаблонов; • проектированию и изготовлению печатных плат.

– Моделирование и расчет характеристик активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств в среде Sentaurus TCAD: • трехмерное моделирование полупроводниковых субмикронных приборов, включающее моделирование технологического процесса формирования структуры прибора, механических напряжений внутри прибора и анализ трехмерного растекания носителей заряда; • моделирование кремниевых приборов и приборов с гетеропереходами (в том числе на основе SiC и GaN), приборов на основе материалов A3B5, использующих гетеропереходы (HEMT), фотодетекторов, светоизлучающих диодов (LED) и полупроводниковых лазеров.

– Изучение базовых технологий изготовления активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств, • в том числе сверхвысокочастотных полосковых схем, адаптированных к новой электронной компонентной базе сверхвысокочастотного диапазона; • освоение технологии новых материалов и покрытий, обеспечивающих повышение надежности компонентов и интегральных схем на их основе.

– Одно- и двухмерное моделирование технологических процессов в среде SentaurusTCAD в процессе проектирования активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств: • 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.

3.4 Экзаменационные вопросы

– 1. Современные возможности САПР по проектированию и моделированию при-боров и интегральных схем 2. Современные возможности САПР по изготовлению фотошаблонов 3. Современных возможности 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 гетеро-переходы (HEMT) 9. Моделирование фотодетекторов, светоизлучающих диодов (LED) и полупро-водниковых лазеров 10. Базовые технологии изготовления сверхвысокочастотных полосковых схем, адаптированных к новой электронной компонентной базе сверхвысокочастотного диапазона

3.5 Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

– Приборно-технологическое моделирование полупроводникового резистора на подложке GaAs (Ge, Si)

– Приборно-технологическое моделирование диода Шоттки

– моделирование процесса формирования затвора МОП-прибора в среде Sentaurus TCAD

3.6 Темы лабораторных работ

– Физическое моделирование транзистора Шоттки

– Физическое моделирование гетероструктурного транзистора AlGaAs/GaAs

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций,

Согласована на портале № 16594

согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Зыков Д.Д., Осипов К.Ю. Проектирование и технология электронной компонентной базы. Основы САПР Synopsys TCAD: Учебное пособие. – Томск: ТУСУР, 2012. – 76 с. Файл: Зыков_ДД_Осипов_КЮ_-_ПиТЭКБ_(УП_2012).pdf в архиве [Электронный ресурс]. - http://miel.tusur.ru/images/files/Uchebno-metodicheskii_kompleks%20disciplin/Zikov/%D0%97%D1%8B%D0%BA%D0%BE%D0%B2_%D0%94%D0%94_%D0%9E%D1%81%D0%B8%D0%BF%D0%BE%D0%B2_%D0%9A%D0%AE_-_%D0%9F%D0%B8%D0%A2%D0%AD%D0%9A%D0%91.zip

4.2. Дополнительная литература

1. Реферативные журналы «Физика» и «Электроника». (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)
2. Журнал «Известия вузов. Электроника». (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)
3. Журнал «Известия вузов. Материалы». (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. 1. Зыков Д.Д. Проектирование и технология электронной компонентной базы: Лабораторный практикум. – Томск: ТУСУР, 2012. – 13 с. Файл: Зыков_ДД_-_ПиТЭКБ_(ЛП_2012).pdf в архиве [Электронный ресурс]. - http://miel.tusur.ru/images/files/Uchebno-metodicheskii_kompleks%20disciplin/Zikov/%D0%97%D1%8B%D0%BA%D0%BE%D0%B2_%D0%94%D0%94_%D0%9E%D1%81%D0%B8%D0%BF%D0%BE%D0%B2_%D0%9A%D0%AE_-_%D0%9F%D0%B8%D0%A2%D0%AD%D0%9A%D0%91.zip
2. Зыков Д.Д. Проектирование и технология электронной компонентной базы: Методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе. – Томск: ТУСУР, 2012. – 50 с. (для практических занятий с.2-46 для самостоятельной работы с.47) Файл: Зыков_ДД_-_ПиТЭКБ_(УМП_2012).pdf в архиве [Электронный ресурс]. - http://miel.tusur.ru/images/files/Uchebno-metodicheskii_kompleks%20disciplin/Zikov/%D0%97%D1%8B%D0%BA%D0%BE%D0%B2_%D0%94%D0%94_%D0%9E%D1%81%D0%B8%D0%BF%D0%BE%D0%B2_%D0%9A%D0%AE_-_%D0%9F%D0%B8%D0%A2%D0%AD%D0%9A%D0%91.zip

4.4. Ресурсы сети Интернет

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Электронный ресурс: http://yandex.ru, программный пакеты TCAD или nanoTCAD, MathCad

Согласована на портале № 16594