МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
(Проректор по учебной работе)
_____ **Л. А. Боков**
«6» 07 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ КОМПОНЕНТНОЙ БАЗЫ

Уровень основной образовательной программы магистратура (академическая)
Направления подготовки **11.04.04** «Электроника и наноэлектроника»
Профиль(и) «Твердотельная электроника»
Форма обучения очная
Факультет электронной техники (ФЭТ)
Кафедра физической электроники (ФЭ)
Курс 2 **Семестр** 3

Учебный план набора 2015 года и последующих лет.

Распределение рабочего времени:

№	Виды учебной работы	Семестр 1	Семестр 2	Семестр 3	Семестр 4	Семестр 5	Семестр 6	Семестр 7	Семестр 8	Всего	Единицы
1.	Лекции			18						18	часов
2.	Лабораторные работы			18						18	часов
3.	Практические занятия			18						18	часов
4.	Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная)			-						-	часов
5.	Всего аудиторных занятий (Сумма 1-4)			54						54	часа
6.	Из них в интерактивной форме			26						26	часов
7.	Самостоятельная работа студентов (СРС)			90						90	часов
8.	Всего (без экзамена) (Сумма 5,7)			144						144	часа
9.	Самост. работа на подготовку, сдачу экзамена			36						36	часов
10.	Общая трудоемкость (Сумма 8,9)			180						180	часов
	(в зачетных единицах)			5						5	ЗЕ

Экзамен 3 **семестр**

Томск 2015

Согласована на портале № 12430

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 57 от « 2 » 7 2015 г.

Лист согласований

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» (квалификация (степень) магистр), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 октября 2014 г.

Рабочая программа учебной дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры физической электроники от «2» июля 2015 г., протокол № 57.

Разработчик:
доцент кафедры ФЭ _____ / Д.Д. Зыков

Заведующий кафедрой
Профессор кафедры ФЭ _____ / П.Е. Троян

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

Декан ФЭТ _____ / А.И. Воронин

Зав. профилирующей
кафедрой ФЭ _____ / П.Е. Троян

Зав. выпускающей
кафедрой ФЭ _____ / П.Е. Троян

Эксперты:
Председатель методической
комиссии факультета ФЭТ _____ / И.А. Чистоедова

Председатель методической
комиссии кафедры ФЭ _____ / И.А. Чистоедова

Согласована на портале № 12430

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ 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.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Проектирование и технология электронной компонентной базы» в учебном плане относится к базовой части программы (Б1.Б.5) и является одной из дисциплин, формирующей общекультурные и профессиональные знания, навыки, характерные для магистров по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника».

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Изучение дисциплины направлено на формирование у магистрантов следующих *общекультурных (ОК), общепрофессиональных (ОПК), профессиональных (ПК), профессионально-специализированных (ПСК) компетенций*:

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

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

– способность использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры (ОПК-2);

– способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области (ОПК-4);

– способность делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения (ПК-5);

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

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

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

– способность разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники (ПК-10);

– способность проектировать технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства (ПК-11);

– способность разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники (ПК-12);

– способность самостоятельно разрабатывать модели наногетероструктур, активных и пассивных элементов, технологических операций изготовления гетероструктурных МИС СВЧ с использованием технологических систем моделирования и проектирования элементов и технологий полупроводниковых ИС, в том числе МИС СВЧ, изготавливаемых на основе гетероструктур (TCAD) (ПСК-2).

Согласована на портале № 12430

3.2. В результате изучения дисциплины магистрант 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; разрабатывать технологические маршруты их изготовления, применять новейшие технологические и конструкционные материалы;

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 5 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		3
Аудиторные занятия (всего)	**54**	**54**
В том числе:	-	-
Лекции	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Самостоятельная работа (всего)	**90**	**90**
В том числе:	-	-
Изучение теоретического материала	28	28
Подготовка к лабораторным работам	20	20
Реферат	25	25
Подготовка к докладу на практическом занятии	17	17
Вид промежуточной аттестации (*экзамен*)	36	36
Общая трудоемкость час	**180**	**180**
Зачетные Единицы Трудоемкости	**5**	**5**

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Лабораторные работы	Практич. занятия.	Самост. работа студента	Всего час	Формируемые компетенции (ОК, ПК)
1.	Изучение современных возможностей САПР для проектирования и технологии электронной компонентной базы	4	10	4	25	41	(ОК-2) (ОПК-1) (ОПК-2) (ОПК-4) (ПК-5) (ПК-7) (ПК-8) (ПК-9) (ПК-10) (ПК-11) (ПК-12) (ПСК-2)
2.	Моделирование и расчет характеристик активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств в среде Sentaurus TCAD	4	8	4	25	41	(ОК-2) (ОПК-1) (ОПК-2) (ОПК-4) (ПК-5) (ПК-7) (ПК-8) (ПК-9) (ПК-10) (ПК-11) (ПК-12) (ПСК-2)
3.	Изучение базовых технологий изготовления активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств	4		4	20	28	(ОК-2) (ОПК-1) (ОПК-2) (ОПК-4) (ПК-5) (ПК-7) (ПК-8) (ПК-9) (ПК-10) (ПК-11) (ПК-12) (ПСК-2)

Согласована на портале № 12430

4.	Одно- и двухмерное моделирование технологических процессов в среде Sentaurus TCAD в процессе проектирования активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств	6		6	20	32	(ОК-2) (ОПК-1) (ОПК-2) (ОПК-4) (ПК-5) (ПК-7) (ПК-8) (ПК-9) (ПК-10) (ПК-11) (ПК-12) (ПСК-2)

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

№ п/п	Наименование разделов	Содержание разделов	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции (ОК, ПК)
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	(ОК-2) (ОПК-1) (ОПК-2) (ОПК-4) (ПК-5) (ПК-7) (ПК-8) (ПК-9) (ПК-10) (ПК-11) (ПК-12) (ПСК-2)
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.	4	(ОК-2) (ОПК-1) (ОПК-2) (ОПК-4) (ПК-5) (ПК-7) (ПК-8) (ПК-9) (ПК-10) (ПК-11) (ПК-12) (ПСК-2)
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 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.	4	(ОК-2) (ОПК-1) (ОПК-2) (ОПК-4) (ПК-5) (ПК-7) (ПК-8) (ПК-9) (ПК-10) (ПК-11) (ПК-12) (ПСК-2)
4.	Одно- и двухмерное моделирование технологических процессов в среде Sentaurus TCAD в процессе проектирования активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств	Одно- и двухмерное моделирование технологических процессов в среде Sentaurus TCAD 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.	6	(ОК-2) (ОПК-1) (ОПК-2) (ОПК-4) (ПК-5) (ПК-7) (ПК-8) (ПК-9) (ПК-10) (ПК-11) (ПК-12) (ПСК-2)

Согласована на портале № 12430

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

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин			
		1	2	3	4
Предшествующие дисциплины					
1.	Приборно-технологическое моделирование	+	+	+	+
2.	Технология арсенид-галлиевой гетероструктурной электроники			+	+
3.	Технология кремниевой наноэлектроники			+	+
4.	Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники	+			
5.	Гетероструктурные полупроводниковые приборы		+		
Последующие дисциплины					
1.	Моделирование и проектирование гетероструктурных СВЧ МИС	+	+		

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

Перечень компетенций	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Лаб.	Пр.	СРС	
ОК-2	+			+	Опрос на лекции, тест
ОПК-1	+			+	Опрос на лекции, тест
ОПК-2	+	+	+	+	Опрос на лекции, тест, отчет по практической работе, выполнение и защита лабораторных работ
ОПК-4	+	+	+	+	Опрос на лекции, тест, отчет по практической работе, выполнение и защита лабораторных работ
ПК-5	+		+	+	Отчет по практической работе, выступление с докладом-презентацией
ПК-7	+	+	+	+	Опрос на лекции, тест, отчет по практической работе, выполнение и защита лабораторных работ
ПК-8	+	+	+	+	Опрос на лекции, тест, отчет по практической работе, выполнение и защита лабораторных работ
ПК-9	+		+	+	Отчет по практической работе, выступление с докладом-презентацией
ПК-10	+	+	+	+	Опрос на лекции, тест, отчет по практической работе, выполнение и защита лабораторных работ
ПК-11	+	+	+	+	Опрос на лекции, тест, отчет по практической работе, выполнение и защита лабораторных работ
ПК-12	+	+		+	Опрос на лекции, тест, отчет по практической работе
ПСК-2	+	+		+	Опрос на лекции, тест, отчет по практической работе

Согласована на портале № 12430

6. МЕТОДЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы \ Формы	Лекции (час)	Практические занятия (час)	Всего
Мультимедийные презентации с видеороликами и раздаточным материалом с последующим обсуждением	10	4	14
«Мозговой штурм» (атака)		4	4
Тесты	4		4
Доклад-презентация		4	4
Итого интерактивных занятий	14	12	26

7. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость (час.)	Компетенции ОК, ПК
1.	1	Физическое моделирование транзистора Шоттки	10	(ОК-2) (ОПК-1) (ОПК-2) (ОПК-4) (ПК-5) (ПК-7) (ПК-8) (ПК-9) (ПК-10) (ПК-11) (ПК-12) (ПСК-2)
2.	2	Физическое моделирование гетероструктурного транзистора AlGaAs/GaAs	8	(ОК-2) (ОПК-1) (ОПК-2) (ОПК-4) (ПК-5) (ПК-7) (ПК-8) (ПК-9) (ПК-10) (ПК-11) (ПК-12) (ПСК-2)

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (СЕМИНАРЫ)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)	Компетенции ОК, ПК
1.	1, 3	Приборно-технологическое моделирование полупроводникового резистора на подложке GaAs (Ge, Si)	10	(ОК-2) (ОПК-1) (ОПК-2) (ОПК-4) (ПК-5) (ПК-7) (ПК-8) (ПК-9) (ПК-10) (ПК-11) (ПК-12) (ПСК-2)
2.	2, 4	Приборно-технологическое моделирование диода Шоттки	8	(ОК-2) (ОПК-1) (ОПК-2) (ОПК-4) (ПК-5) (ПК-7) (ПК-8) (ПК-9) (ПК-10) (ПК-11) (ПК-12) (ПСК-2)

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика самостоятельной работы *(детализация)*	Трудоемкость (час.)	Компетенции ОК, ПК	Контроль выполнения работы
1.	1	Изучение современных возможностей САПР по проектированию и моделированию приборов и интегральных схем	2	(ОК-2) (ОПК-1) (ОПК-2) (ОПК-4)	Опрос на лекции

Согласована на портале № 12430

2.	1	Изучение современных возможностей САПР по изготовлению фотошаблонов	2	(ОПК-1) (ОПК-2) (ПК-5) (ПК-7) (ПК-8) (ПК-9) (ПК-10) (ПК-11) (ПК-12) (ПСК-2)	Опрос на лекции
3.	1	Изучение современных возможностей САПР по проектированию и изготовлению печатных плат	2	(ОПК-1) (ОПК-2) (ОПК-4) (ПК-5) (ПК-7) (ПК-9) (ПК-10) (ПК-12) (ПСК-2)	Опрос на лекции
4.	2	Моделирование технологического процесса формирования структуры прибора	2	(ПК-5) (ПК-7) (ПК-8) (ПК-9) (ПК-10) (ПК-11) (ПК-12) (ПСК-2)	Обсуждение на практических занятиях
5.	2	Моделирование механических напряжений внутри прибора	4	(ПК-5) (ПК-7) (ПК-8) (ПК-9) (ПК-10) (ПК-11) (ПК-12) (ПСК-2)	Обсуждение на практических занятиях
6.	2	Моделирование и анализ трехмерного растекания носителей заряда	2	(ПК-5) (ПК-7) (ПК-8) (ПК-9) (ПК-10) (ПК-11) (ПК-12) (ПСК-2)	Обсуждение на практических занятиях
7.	2	Моделирование кремниевых приборов и приборов с гетеропереходами (в том числе на основе SiC и GaN)	2	(ПК-5) (ПК-7) (ПК-8) (ПК-9) (ПК-10) (ПК-11) (ПК-12) (ПСК-2)	Обсуждение на практических занятиях
8.	2	Моделирование приборов на основе материалов A3B5, использующих гетеропереходы (HEMT)	2	(ПК-5) (ПК-7) (ПК-8) (ПК-9) (ПК-10) (ПК-11) (ПК-12) (ПСК-2)	Обсуждение на практических занятиях
9.	2	Моделирование фотодетекторов, светоизлучающих диодов (LED) и полупроводниковых лазеров	2	(ПК-5) (ПК-7) (ПК-8) (ПК-9) (ПК-10) (ПК-11) (ПК-12) (ПСК-2)	Обсуждение на практических занятиях
10.	3	Изучение базовых технологий изготовления сверхвысокочастотных полосковых схем, адаптированных к новой электронной компонентной базе сверхвысокочастотного диапазона	2	(ОК-2) (ОПК-1) (ОПК-2) (ОПК-4) (ПК-5) (ПК-7) (ПК-8) (ПК-9) (ПК-10) (ПК-11) (ПК-12) (ПСК-2)	Обсуждение на практических занятиях
11.	3	Освоение технологии новых материалов и покрытий, обеспечивающих повышение надежности компонентов и интегральных схем на их основе	2	(ОПК-2) (ОПК-4) (ПК-5) (ПК-7) (ПК-8) (ПК-9) (ПК-10) (ПК-11) (ПК-12) (ПСК-2)	Обсуждение на практических занятиях
12.	4	Одно- и двухмерное моделирование термического окисления кремния	1	(ОК-2) (ОПК-1) (ОПК-2) (ОПК-4) (ПК-5) (ПК-7) (ПК-8) (ПК-9) (ПК-10) (ПК-11) (ПК-12) (ПСК-2)	Обсуждение на практических занятиях
13.	4	Одно- и двухмерное моделирование диффузии в кремнии при высокой и низкой концентрации примеси	1	(ОК-2) (ОПК-1) (ОПК-2) (ОПК-4) (ПК-5) (ПК-7) (ПК-8) (ПК-9) (ПК-10) (ПК-11) (ПК-12) (ПСК-2)	Обсуждение на практических занятиях
14.	4	Одно- и двухмерное моделирование ионной имплантации	1	(ОК-2) (ОПК-1) (ОПК-2) (ОПК-4) (ПК-5) (ПК-7) (ПК-8) (ПК-9) (ПК-10) (ПК-11) (ПК-12) (ПСК-2)	Обсуждение на практических занятиях

Согласована на портале № 12430

15.	4	Одно- и двухмерное моделирование пучкового отжига имплантированного кремния	1	(ОПК-2) (ОПК-4) (ПК-5) (ПК-7) (ПК-8) (ПК-9) (ПК-10) (ПК-11) (ПК-12) (ПСК-2)	Обсуждение на практических занятиях
16.	4	Одно- и двухмерное моделирование оптической литографии	1	(ОК-2) (ОПК-1) (ОПК-2) (ОПК-4) (ПК-5) (ПК-7) (ПК-8) (ПК-9) (ПК-10) (ПК-11) (ПК-12) (ПСК-2)	Обсуждение на практических занятиях
17.	4	Одно- и двухмерное моделирование литография в глубокой УФ области	1	(ОК-2) (ОПК-1) (ОПК-2) (ОПК-4) (ПК-5) (ПК-7) (ПК-8) (ПК-9) (ПК-10) (ПК-11) (ПК-12) (ПСК-2)	Обсуждение на практических занятиях
18.	1,2	Подготовка к лабораторным работам	20	(ОК-2) (ОПК-1) (ОПК-2) (ОПК-4) (ПК-5) (ПК-7) (ПК-8) (ПК-9) (ПК-10) (ПК-11) (ПК-12) (ПСК-2)	Защита лабораторных работ
19.	1, 2, 3, 4	Реферат	25	(ОК-2) (ОПК-1) (ОПК-2) (ОПК-4) (ПК-5) (ПК-7) (ПК-8) (ПК-9) (ПК-10) (ПК-11) (ПК-12) (ПСК-2)	Защита на практических занятиях
20.	1, 2, 3, 4	Подготовка к докладу на практическом занятии	17	(ОК-2) (ОПК-1) (ОПК-2) (ОПК-4) (ПК-5) (ПК-7) (ПК-8) (ПК-9) (ПК-10) (ПК-11) (ПК-12) (ПСК-2)	Выступление с докладом-презентацией
21.	1, 2, 3, 4	Вид промежуточной аттестации (экзамен)	36	(ОК-2) (ОПК-1) (ОПК-2) (ОПК-4) (ПК-5) (ПК-7) (ПК-8) (ПК-9) (ПК-10) (ПК-11) (ПК-12) (ПСК-2)	Экзамен

Студент должен выбрать одну из перечисленных тем (№ п/п 1-17 в таблице) для углубленного изучения, по итогам которого должен быть написан реферат и сделан доклад на практическом занятии.

10. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ)

не предусмотрено

Согласована на портале № 12430

11. РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОЦЕНКИ УСПЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ

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
Посещение занятий	3	3	3	**9**
Тестовый контроль	4	4	4	**12**
Практические задания	6	6	2	**14**
Лабораторные работы	-	5	5	**10**
Реферат	-	6	-	**6**
Доклад-презентация	-	-	7	**7**
Компонент своевременности	4	4	4	**12**
Итого максимум за период:	**17**	**28**	**25**	**70**
Сдача экзамена (максимум)				**30**
Нарастающим итогом	**17**	**45**	**70**	**100**

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

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. Зыков Д.Д., Осипов К.Ю. Проектирование и технология электронной компонентной базы. Основы САПР Synopsys TCAD: Учебное пособие. – Томск: ТУСУР, 2012. – 76 с.
http://miel.tusur.ru/images/files/Зыков%20Д_Д_%20Осипов%20К_Ю_%20Проектирование%20и%20технология%20электронной%20компонентной%20базы%20(УП).pdf

12.2. Дополнительная литература

1. Реферативные журналы «Физика» и «Электроника».
2. Гусев, В.Г. Электроника и микропроцессорная техника: учебник для вузов / В.Г. Гусев, Ю.М. Гусев. – М.: ВШ, 2004. – 790 с.
3. Журнал «Известия вузов. Электроника».
4. Журнал «Известия вузов. Материалы».
5. Зыков Д.Д. Проектирование и технология электронной компонентной базы: Лабораторный практикум. – Томск: ТУСУР, 2012. – 13 с.

Согласована на портале № 12430

http://miel.tusur.ru/images/files/Зыков%20Д_Д_%20Проектирование%20и%20технология%20электронной%20компонентной%20базы%20(Лаб%20практ).pdf

6. Зыков Д.Д. Проектирование и технология электронной компонентной базы: Методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе. – Томск: ТУСУР, 2012. – 50 с.

http://miel.tusur.ru/images/files/Зыков%20Д_Д_Проектирование%20и%20технология%20электронной%20компонентной%20базы%20(УМП%20по%20ауд%20пр_зан).pdf

12.3. Программное обеспечение

1. Программный пакет Synopsys TCAD.
2. Офисные программы Microsoft Office или Open Office.

12.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Свободная энциклопедия «Википедия» – http://ru.wikipedia.org/;
2. Образовательный портал в свободном доступе: «Физика, химия, математика студентам и школьникам. Образовательный проект А.Н. Варгина» – http://www.ph4s.ru/;
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – http://elibrary.ru/defaultx.asp;
4. Сайт «О нанотехнологиях #1 в России» – http://www.nanonewsnet.ru/;
5. Сайт «Нанотехнологии. Инновации. Нано в России, в мире» – http://www.rusnano.ru/index.php;
6. База данных Федерального интернет-портала «Нанотехнологии и наноматериалы» – http://www.portalnano.ru/read/databases;
7. Сайт журнала «Нано- и микросистемная техника» – http://www.microsystems.ru/links.php.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Компьютер;
2. Проектор;
3. Экран.

14. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

14.1. Лекционные занятия

Организация и проведение лекционных занятий осуществляются следующим образом:

– все лекции читаются с использованием *мультимедийных презентаций* с необходимым раздаточным и демонстрационным материалом. Также отдельные лекции будут сопровождаться показом видеороликов и их дальнейшим обсуждением.

14.2. Практические занятия

Организация и проведение практических занятий осуществляются следующим образом:

– *практики* проводятся в классической форме – решение заданий, сдача отчета во время текущего или в начале следующего занятия;

– *доклады-презентации студентов*: для успешного формирования профессиональной компетенции студентам необходимо подготовить сообщения по одной из тем самостоятельной работы (до 20 минут) в виде докладов-презентаций и выступить с ними во время практического занятия. При необходимости преподаватель дополняет сделанное студентом сообщение.

14.3. Методы контроля знаний

Формы контроля и оценки знаний студентов следующие:

– *тестирование* необходимо для проставления оценок по 1КТ и 2 КТ и проводится в те-

Согласована на портале № 12430

чение 1 час;

– *экзамен:* примерный перечень вопросов к экзамену приведен в п. 14.4.

14.4. Примерный перечень вопросов к экзамену

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. 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 лазеров
10. Базовые технологии изготовления сверхвысокочастотных полосковых схем, адаптированных к новой электронной компонентной базе сверхвысокочастотного диапазона
11. 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

Согласована на портале № 12430

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
Проректор по учебной работе
_____П. Е. Троян

«___» _____ 2016 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Проектирование и технология электронной компонентной базы

(полное наименование учебной дисциплины или практики)

Уровень основной образовательной программы магистратура (академическая)
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Направление(я) подготовки (специальность) 11.04.04 Электроника и наноэлектроника
(полное наименование направления подготовки (специальности))

Профиль(и) «Твердотельная электроника»
(полное наименование профиля направления подготовки (специальности))

Форма обучения очная
(очная, очно-заочная (вечерняя), заочная)

Факультет электронной техники (ФЭТ)
(сокращенное и полное наименование факультета)

Кафедра физической электроники (ФЭ)
(сокращенное и полное наименование кафедры)

Курс 2 **Семестр 3**

Учебный план набора 2015 года и последующих лет.

Зачет _____семестр **Диф. зачет _____ семестр**

Экзамен 3 семестр

Разработчик: доцент каф. КИБЭВС Зыков Д.Д.

Томск 2016

Согласована на портале № 12430

1 Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины «Проектирование и технология электронной компонентной базы» 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 «Проектирование и технология электронной компонентной базы» используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций приведен в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции
ОК-2	Способность 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; • разрабатывать технологические маршруты их изготовления; • применять новейшие технологические и конструкционные материалы. Должен *владеть:* • методами проектирования электронной компонентной базы и технологических процессов электроники и наноэлектроники; • методами математического моделирования технологических процессов с целью их оптимизации.
ОПК-1	Способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения.	
ОПК-2	Способность использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры.	
ОПК-4	Способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области.	
ПК-5	Способность делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения.	
ПК-7	Готовность определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств	

Согласована на портале № 12430

	различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ.
ПК-8	Способность проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований.
ПК-9	Способность разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями.
ПК-10	Способность разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники.
ПК-11	Способность проектировать технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства.
ПК-12	Способность разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники.
ПСК-2	Способность самостоятельно разрабатывать модели наногетероструктур, активных и пассивных элементов, технологических операций изготовления гетероструктурных МИС СВЧ с использованием технологических систем моделирования и проектирования элементов и технологий полупроводниковых ИС, в том числе МИС СВЧ, изготавливаемых на основе гетероструктур (TCAD).

Согласована на портале № 12430

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ОК-2

В результате изучения дисциплины «Проектирование и технология электронной компонентной базы» должна быть сформирована компетенция:

- способность использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом (ОК-2).

Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.1.1.

Таблица 2.1.1 – Этапы формирования компетенции ОК-2 и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	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; • разрабатывать технологические маршруты их изготовления; • применять новейшие технологические и конструкционные материалы.	Должен владеть: • методами проектирования электронной компонентной базы и технологических процессов электроники и наноэлектроники; • методами математического моделирования технологических процессов с целью их оптимизации.
Виды занятий	Лекции	Самостоятельная работа студента	Самостоятельная работа студента
Используемые средства оценивания	Опрос на лекции; тест; экзамен	Тест; экзамен	Тест; экзамен

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 2.1.2.

Согласована на портале № 12430

Таблица 2.1.2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции 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 уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями изучаемой области	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых заданий	Работает при прямом наблюдении и контроле со стороны преподавателя

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 2.1.3.

Таблица 2.1.3 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Знает методы управления и организации исследовательских и проектных работ, тонкости управления коллективом.	Способен самостоятельно организовывать проектную и исследовательскую деятельность, управлять коллективом.	Владеет навыками в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом. Активно применяет их для решения профессиональных задач.
Хорошо (базовый уровень)	Знает методы управления и организации исследовательских и проектных работ.	Способен самостоятельно организовывать проектную и исследовательскую деятельность.	Владеет навыками в организации исследовательских и проектных работ. Может применить их для решения профессиональных задач.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Знает методы организации исследовательских работ.	Способен организовывать исследовательскую деятельность.	Владеет небольшими навыками в организации исследовательских работ.

Согласована на портале № 12430

2.2 Компетенция ОПК-1

В результате изучения дисциплины «Проектирование и технология электронной компонентной базы» должна быть сформирована компетенция:

- способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения (ОПК-1).

Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.2.1.

Таблица 2.2.1 – Этапы формирования компетенции ОПК-1 и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	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; • разрабатывать технологические маршруты их изготовления; • применять новейшие технологические и конструкционные материалы.	Должен владеть: • методами проектирования электронной компонентной базы и технологических процессов электроники и наноэлектроники; • методами математического моделирования технологических процессов с целью их оптимизации.
Виды занятий	Лекции	Самостоятельная работа студента	Самостоятельная работа студента
Используемые средства оценивания	Опрос на лекции; тест; экзамен	Тест; экзамен	Тест; экзамен

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 2.2.2.

Согласована на портале № 12430

Таблица 2.2.2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции 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 уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетвори тельно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями изучаемой области	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых заданий	Работает при прямом наблюдении и контроле со стороны преподавателя

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 2.2.3.

Таблица 2.2.3 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Знает основные проблемы в области моделирования, проектирования и технологии электронной компонентной базы.	Умеет выбирать методы и средства решения основных проблем в области моделирования, проектирования и технологии электронной компонентной базы. Активно решает их на практике.	Владеет навыками в решении основных проблем в области моделирования, проектирования и технологии электронной компонентной базы
Хорошо (базовый уровень)	Имеет представление об основных проблемах в предметной области.	Умеет выбирать методы и средства решения основных проблем в области проектирования и технологии электронной компонентной базы.	Владеет навыками в решении основных проблем в области проектирования и технологии электронной компонентной базы
Удовлетворит ельно (пороговый	Знает основные проблемы в своей предметной области.	Умеет выбирать методы и средства решения основных проблем в	Владеет навыками в решении основных проблем в предметной

Согласована на портале № 12430

уровень)		предметной области.	области

Согласована на портале № 12430

2.3 Компетенция ОПК-2

В результате изучения дисциплины «Проектирование и технология электронной компонентной базы» должна быть сформирована компетенция:

- способность использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры (ОПК-2).

Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.3.1.

Таблица 2.3.1 – Этапы формирования компетенции ОПК-2 и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	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; • разрабатывать технологические маршруты их изготовления; • применять новейшие технологические и конструкционные материалы.	Должен владеть: • методами проектирования электронной компонентной базы и технологических процессов электроники и наноэлектроники; • методами математического моделирования технологических процессов с целью их оптимизации.
Виды занятий	Лекции	Лабораторные работы Практические занятия Самостоятельная работа студента	Самостоятельная работа студента
Используемые средства оценивания	Опрос на лекции; тест; экзамен	Тест; Выполнение и защита лабораторных работ; Отчет по практической работе; экзамен	Тест; экзамен

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 2.3.2.

Согласована на портале № 12430

Таблица 2.3.2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции 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 уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетвори тельно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями изучаемой области	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых заданий	Работает при прямом наблюдении и контроле со стороны преподавателя

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 2.3.3.

Таблица 2.3.3 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает полными знаниями дисциплин программы магистратуры	Умеет активно применять знания, полученные в ходе освоения программы магистратуры на практике.	Владеет навыками применения знаний, полученных в ходе освоения программы магистратуры на практике.
Хорошо (базовый уровень)	Обладает знаниями дисциплин программы магистратуры	Умеет применять знания, полученные в ходе освоения программы магистратуры на практике.	Владеет небольшими навыками применения знаний, полученных в ходе освоения программы магистратуры на практике.
Удовлетворит ельно (пороговый уровень)	Помнит некоторую информацию из дисциплин программы магистратуры	Стремится применять знания, полученные в ходе освоения программы магистратуры на практике.	Стремиться обрести навыки применения знаний, полученных в ходе освоения программы

Согласована на портале № 12430

			магистратуры.

2.4 Компетенция ОПК-4

В результате изучения дисциплины «Проектирование и технология электронной компонентной базы» должна быть сформирована компетенция:

- Способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области (ОПК-4).

Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.4.1.

Таблица 2.4.1 – Этапы формирования компетенции ОПК-2 и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	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; • разрабатывать технологические маршруты их изготовления; • применять новейшие технологические и конструкционные материалы.	Должен владеть: • методами проектирования электронной компонентной базы и технологических процессов электроники и наноэлектроники; • методами математического моделирования технологических процессов с целью их оптимизации.
Виды занятий	Лекции	Лабораторные работы Практические занятия Самостоятельная работа студента	Самостоятельная работа студента
Используемые средства оценивания	Опрос на лекции; тест; экзамен	Тест; Выполнение и защита лабораторных работ; Отчет по практической работе; экзамен	Тест; экзамен

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 2.4.2.

Согласована на портале № 12430

Таблица 2.4.2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции 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 уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетвори тельно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями изучаемой области	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых заданий	Работает при прямом наблюдении и контроле со стороны преподавателя

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 2.4.3.

Таблица 2.4.3 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает обширными знаниями в области приборно-технологического моделирования.	Способен самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в области приборно-технологического моделирования.	Владеет навыками применения новых знаний в области приборно-технологического моделирования на практике.
Хорошо (базовый уровень)	Обладает знаниями в области приборно-технологического моделирования.	Способен использовать в практической деятельности новые знания и умения в области приборно-технологического моделирования.	Владеет небольшими навыками применения знаний в области приборно-технологического моделирования на практике.
Удовлетворит ельно (пороговый	Обладает небольшими сведениями о TCAD.	Стремится применять знания в области TCAD на практике.	Стремится обрести навыки применения знаний в области

Согласована на портале № 12430

уровень)			TCAD на практике.

2.5 Компетенция ПК-5

В результате изучения дисциплины «Проектирование и технология электронной компонентной базы» должна быть сформирована компетенция:

- Способность делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения (ПК-5).

Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.5.1.

Таблица 2.5.1 – Этапы формирования компетенции ПК-5 и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	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; • разрабатывать технологические маршруты их изготовления; • применять новейшие технологические и конструкционные материалы.	Должен владеть: • методами проектирования электронной компонентной базы и технологических процессов электроники и наноэлектроники; • методами математического моделирования технологических процессов с целью их оптимизации.
Виды занятий	Лекции	Практические занятия Самостоятельная работа студента	Самостоятельная работа студента
Используемые средства оценивания	Опрос на лекции; тест; экзамен	Тест; Отчет по практической работе; экзамен	Тест; экзамен

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 2.5.2.

Согласована на портале № 12430

Таблица 2.5.2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции 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 уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетвори тельно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями изучаемой области	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых заданий	Работает при прямом наблюдении и контроле со стороны преподавателя

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 2.5.3.

Таблица 2.5.3 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Знает особенности проведения теоретических и экспериментальных исследований в области проектирования ЭКБ, моделирования электронных приборов и технологии их изготовления, написания научных публикаций и заявок на изобретения.	Способен самостоятельно делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию моделей электронных компонентов и технологии их изготовления, готовить научные публикации и заявки на изобретения.	Владеет навыками проведения теоретические и экспериментальные исследования в области проектирования ЭКБ, моделирования технологических процессов и электронных приборов, владеет достаточной компетенцией для предложения рекомендаций по совершенствованию моделей TCAD, имеет опыт в опубликовании своих работ и подачи заявок на изобретения.
Хорошо	Знает основные	Способен	Владеет некоторыми

Согласована на портале № 12430

(базовый уровень)	принципы проведения теоретических и экспериментальных исследований в области проектирования ЭКБ, моделирования электронных приборов и технологии их изготовления, написания научных публикаций.	самостоятельно делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, готовить научные публикации.	навыками проведения теоретические и экспериментальные исследования, моделирования технологических процессов и электронных приборов, имеет небольшой опыт в опубликовании своих работ.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Имеет представление об основных принципах моделирования электронных приборов и технологии их изготовления	Способен делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований с подсказками руководителя.	Стремится обрести навыки моделирования технологических процессов и электронных приборов, а также опыт в опубликовании своих работ и подачи заявок на изобретения.

2.6 Компетенция ПК-7

В результате изучения дисциплины «Проектирование и технология электронной компонентной базы» должна быть сформирована компетенция:

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

Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.6.1.

Таблица 2.6.1 – Этапы формирования компетенции ПК-7 и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	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; • разрабатывать технологические маршруты их изготовления; • применять новейшие технологические и конструкционные материалы.	Должен владеть: • методами проектирования электронной компонентной базы и технологических процессов электроники и наноэлектроники; • методами математического моделирования технологических процессов с целью их оптимизации.

Согласована на портале № 12430

Виды занятий	Лекции	Лабораторные работы Практические занятия Самостоятельная работа студента	Самостоятельная работа студента
Используемые средства оценивания	Опрос на лекции; тест; экзамен	Тест; Выполнение и защита лабораторных работ; Отчет по практической работе; экзамен	Тест; экзамен

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 2.6.2.

Таблица 2.6.2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции 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 уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями изучаемой области	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых заданий	Работает при прямом наблюдении и контроле со стороны преподавателя

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 2.6.3.

Согласована на портале № 12430

Таблица 2.6.3 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает знаниями в области решения задач проектирования и моделирования электронных приборов и технологии, знает принципы составления технического задания на выполнение проектных работ.	Способен самостоятельно определять цели, осуществлять постановку задач проектирования и моделирования электронных приборов различного функционального назначения, а также технологии их изготовления, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ.	Владеет навыками решения задач проектирования и моделирования электронных приборов различного функционального назначения, а также технологии их изготовления, имеет опыт в подготовке технических заданий на выполнение проектных работ.
Хорошо (базовый уровень)	Обладает знаниями в области решения задач проектирования и моделирования электронных приборов и технологии, имеет небольшое представление о составлении технического задания на выполнение проектных работ.	Способен определять цели, осуществлять постановку задач проектирования и моделирования электронных приборов различного функционального назначения, а также технологии их изготовления, определять основные моменты технического задания на выполнение проектных работ.	Владеет основными навыками решения задач проектирования и моделирования электронных приборов различного функционального назначения, а также технологии их изготовления, подготовки технических заданий на выполнение проектных работ.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает знаниями в области решения задач проектирования и моделирования электронных приборов и технологии.	Способен определять цели проектирования и моделирования электронных приборов различного функционального назначения, а также технологии их изготовления.	Стремится обрести навыки решения задач проектирования и моделирования электронных приборов различного функционального назначения, а также технологии их изготовления, приобрести опыт в подготовке технических заданий на выполнение проектных работ.

Согласована на портале № 12430

2.7 Компетенция ПК-8

В результате изучения дисциплины «Проектирование и технология электронной компонентной базы» должна быть сформирована компетенция:

- Способность проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований (ПК-8).

Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.7.1.

Таблица 2.7.1 – Этапы формирования компетенции ПК-8 и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	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; • разрабатывать технологические маршруты их изготовления; • применять новейшие технологические и конструкционные материалы.	Должен владеть: • методами проектирования электронной компонентной базы и технологических процессов электроники и наноэлектроники; • методами математического моделирования технологических процессов с целью их оптимизации.
Виды занятий	Лекции	Лабораторные работы Практические занятия Самостоятельная работа студента	Самостоятельная работа студента
Используемые средства оценивания	Опрос на лекции; тест; экзамен	Тест; Выполнение и защита лабораторных работ; Отчет по практической работе; экзамен	Тест; экзамен

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 2.7.2.

Согласована на портале № 12430

Таблица 2.7.2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции 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 уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетвори тельно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями изучаемой области	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых заданий	Работает при прямом наблюдении и контроле со стороны преподавателя

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 2.7.3.

Таблица 2.7.3 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Знает основы проектирования и моделирования технологии, электронных устройств и систем электронной техники с учетом заданных требований.	Способен самостоятельно проектировать и моделировать технологию, электронные устройства и системы электронной техники с учетом заданных требований.	Владеет навыками проектирования и моделирования технологии, электронных устройств и систем электронной техники с учетом заданных требований.
Хорошо (базовый уровень)	Знает основы проектирования и моделирования технологии, электронных устройств и систем электронной техники.	Способен самостоятельно проектировать и моделировать технологию, электронные устройства и системы электронной техники.	Владеет небольшими навыками проектирования и моделирования технологии, электронных устройств и систем электронной техники.
Удовлетворит	Имеет представление	Способен под контролем	Стремится обрести

Согласована на портале № 12430

ельно (пороговый уровень)	о принципах проектирования и моделирования технологии, электронных устройств.	преподавателя проектировать и моделировать технологию, электронные устройства.	навыки проектирования и моделирования технологии, электронных устройств и систем электронной техники с учетом заданных требований.

2.8 Компетенция ПК-9

В результате изучения дисциплины «Проектирование и технология электронной компонентной базы» должна быть сформирована компетенция:

- Способность разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями (ПК-9).

Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.8.1.

Таблица 2.8.1 – Этапы формирования компетенции ПК-9 и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	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; • разрабатывать технологические маршруты их изготовления; • применять новейшие технологические и конструкционные материалы.	Должен владеть: • методами проектирования электронной компонентной базы и технологических процессов электроники и наноэлектроники; • методами математического моделирования технологических процессов с целью их оптимизации.
Виды занятий	Лекции	Практические занятия Самостоятельная работа студента	Самостоятельная работа студента
Используемые средства оценивания	Опрос на лекции; тест; экзамен	Тест; Отчет по практической работе; экзамен	Тест; экзамен

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 2.8.2.

Согласована на портале № 12430

Таблица 2.8.2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции 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 уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетвори тельно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями изучаемой области	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых заданий	Работает при прямом наблюдении и контроле со стороны преподавателя

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 2.8.3.

Таблица 2.8.3 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Знает основные принципы разработки, а также методические и нормативные требования к проектно-конструкторской документации.	Умеет самостоятельно разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями.	Владеет навыками самостоятельной разработки проектно-конструкторской документации в соответствии с методическими и нормативными требованиями.
Хорошо (базовый уровень)	Знает основные принципы разработки, а также некоторые методические и нормативные требования к проектно-конструкторской документации.	Умеет разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями.	Владеет небольшими навыками самостоятельной разработки проектно-конструкторской документации в соответствии с методическими и нормативными

Согласована на портале № 12430

			требованиями.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Имеет представление о проектно-конструкторской документации. Знает, где найти информацию о методических и нормативных требованиях, предъявляемых к ней.	Под контролем со стороны преподавателя способен разработать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями.	Стремится обрести навыки самостоятельной разработки проектно-конструкторской документации в соответствии с методическими и нормативными требованиями.

2.9 Компетенция ПК-10

В результате изучения дисциплины «Проектирование и технология электронной компонентной базы» должна быть сформирована компетенция:

- Способность разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники (ПК-10). Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.9.1.

Таблица 2.9.1 – Этапы формирования компетенции ПК-10 и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	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; • разрабатывать технологические маршруты их изготовления; • применять новейшие технологические и конструкционные материалы.	Должен владеть: • методами проектирования электронной компонентной базы и технологических процессов электроники и наноэлектроники; • методами математического моделирования технологических процессов с целью их оптимизации.
Виды занятий	Лекции	Лабораторные работы Практические занятия Самостоятельная работа студента	Самостоятельная работа студента
Используемые средства оценивания	Опрос на лекции; тест; экзамен	Тест; Выполнение и защита лабораторных работ; Отчет по практической работе;	Тест; экзамен

Согласована на портале № 12430

		экзамен	

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 2.9.2.

Таблица 2.9.2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции 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 уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетвори тельно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями изучаемой области	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых заданий	Работает при прямом наблюдении и контроле со стороны преподавателя

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 2.9.3.

Таблица 2.9.3 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Знает основные принципы и особенности разработки технического задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники.	Умеет самостоятельно разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники.	Владеет навыками разработки технических заданий на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники.
Хорошо (базовый уровень)	Знает некоторые принципы разработки технического задания на проектирование технологических	Умеет разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства	Владеет небольшими навыками разработки технических заданий на проектирование технологических

Согласована на портале № 12430

	процессов производства материалов и изделий электронной техники.	материалов и изделий электронной техники.	процессов производства материалов и изделий электронной техники.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Имеет представление о содержании технического задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники.	Умеет пользоваться справочной литературой. Совместно с преподавателем способен разработать техническое задание на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники.	Стремится обрести навыки разработки технических заданий на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники.

2.10 Компетенция ПК-11

В результате изучения дисциплины «Проектирование и технология электронной компонентной базы» должна быть сформирована компетенция:

- Способность проектировать технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства (ПК-11).

Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.10.1.

Таблица 2.10.1 – Этапы формирования компетенции ПК-11 и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	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; • разрабатывать технологические маршруты их изготовления; • применять новейшие технологические и конструкционные материалы.	Должен владеть: • методами проектирования электронной компонентной базы и технологических процессов электроники и наноэлектроники; • методами математического моделирования технологических процессов с целью их оптимизации.
Виды занятий	Лекции	Лабораторные работы Практические занятия Самостоятельная работа студента	Самостоятельная работа студента

Согласована на портале № 12430

Используемые средства оценивания	Опрос на лекции; тест; экзамен	Тест; Выполнение и защита лабораторных работ; Отчет по практической работе; экзамен	Тест; экзамен

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 2.10.2.

Таблица 2.10.2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции 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 уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями изучаемой области	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых заданий	Работает при прямом наблюдении и контроле со стороны преподавателя

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 2.10.3.

Таблица 2.10.3 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
Отлично (высокий уровень)	Обладает теоретическими знаниями об особенностях проектирования технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники с	Способен самостоятельно проектировать и моделировать технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных	Владеет навыками проектирования технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем

Согласована на портале № 12430

	использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства.	систем технологической подготовки производства. Умеет работать с требуемыми автоматизированными системами.	технологической подготовки производства. Владеет навыками работы в автоматизированных системах.
Хорошо (базовый уровень)	Обладает теоретическими знаниями основ проектирования технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства.	Способен проектировать технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства.	Владеет небольшими навыками проектирования технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Имеет представление о проектировании технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства.	Способен проектировать технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства под контролем преподавателя.	Стремится обрести навыки проектирования технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства.

2.11 Компетенция ПК-12

В результате изучения дисциплины «Проектирование и технология электронной компонентной базы» должна быть сформирована компетенция:

- Способность разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники (ПК-12).

Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.11.1.

Таблица 2.11.1 – Этапы формирования компетенции ПК-12 и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Должен знать: • методы расчета, проектирования,	Должен уметь: • разрабатывать физические и математические	Должен владеть: • методами проектирования элек-

Согласована на портале № 12430

	конструирования и модернизации электронной компонентной базы с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств;	модели приборов и устройств электроники и наноэлектроники; • разрабатывать технологические маршруты их изготовления; • применять новейшие технологические и конструкционные материалы.	тронной компонентной базы и технологических процессов электроники и наноэлектроники; • методами математического моделирования технологических процессов с целью их оптимизации.
Виды занятий	Лекции	Лабораторные работы Самостоятельная работа студента	Самостоятельная работа студента
Используемые средства оценивания	Опрос на лекции; тест; экзамен	Тест; Выполнение и защита лабораторных работ; экзамен	Тест; экзамен

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 2.11.2.

Таблица 2.11.2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции 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 уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями изучаемой области	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых заданий	Работает при прямом наблюдении и контроле со стороны преподавателя

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 2.11.3.

Согласована на портале № 12430

Таблица 2.11.3 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Знает основные принципы и особенности разработки технологической документации на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники.	Умеет самостоятельно разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники	Владеет навыками разработки технологической документации на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники.
Хорошо (базовый уровень)	Знает основные принципы разработки технологической документации на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники.	Умеет пользоваться справочной литературой и разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники	Владеет небольшими навыками разработки технологической документации на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Имеет представление о содержании технологической документации на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники.	Умеет пользоваться справочной литературой. Совместно с преподавателем способен разработать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники.	Стремится обрести навыки разработки технологической документации на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники.

2.12 Компетенция ПСК-2

В результате изучения дисциплины «Проектирование и технология электронной компонентной базы» должна быть сформирована компетенция:

- Способность самостоятельно разрабатывать модели наногетероструктур, активных и пассивных элементов, технологических операций изготовления гетероструктурных МИС СВЧ с использованием технологических систем моделирования и проектирования элементов и технологий полупроводниковых ИС, в том числе МИС СВЧ, изготавливаемых на основе гетероструктур (TCAD) (ПСК-2).

Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.12.1.

Согласована на портале № 12430

Таблица 2.12.1 – Этапы формирования компетенции ПСК-2 и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	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; • разрабатывать технологические маршруты их изготовления; • применять новейшие технологические и конструкционные материалы.	Должен владеть: • методами проектирования электронной компонентной базы и технологических процессов электроники и наноэлектроники; • методами математического моделирования технологических процессов с целью их оптимизации.
Виды занятий	Лекции	Лабораторные работы Практические занятия Самостоятельная работа студента	Самостоятельная работа студента
Используемые средства оценивания	Опрос на лекции; тест; экзамен	Тест; Выполнение и защита лабораторных работ; экзамен	Тест; экзамен

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 2.12.2.

Таблица 2.12.2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции 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 уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем

Согласована на портале № 12430

Удовлетвори тельно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями изучаемой области	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых заданий	Работает при прямом наблюдении и контроле со стороны преподавателя

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 2.12.3.

Таблица 2.12.3 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Знает методы и особенности создания моделей наногетероструктур, активных и пассивных элементов, технологических операций изготовления гетероструктурных МИС СВЧ с использованием технологических систем моделирования и проектирования элементов и технологий полупроводниковых ИС, в том числе МИС СВЧ, изготавливаемых на основе гетероструктур (TCAD).	Умеет самостоятельно разрабатывать модели наногетероструктур, активных и пассивных элементов, технологических операций изготовления гетероструктурных МИС СВЧ с использованием технологических систем моделирования и проектирования элементов и технологий полупроводниковых ИС, в том числе МИС СВЧ, изготавливаемых на основе гетероструктур (TCAD). Хорошо знаком с различными программными средствами для моделирования.	Свободно владеет методами разработки моделей наногетероструктур, активных и пассивных элементов, технологических операций изготовления гетероструктурных МИС СВЧ с использованием технологических систем моделирования и проектирования элементов и технологий полупроводниковых ИС, в том числе МИС СВЧ, изготавливаемых на основе гетероструктур (TCAD). Имеет опыт работы в специализированном программном обеспечении.
Хорошо (базовый уровень)	Знает общие принципы создания моделей наногетероструктур, активных и пассивных элементов, технологических операций изготовления гетероструктурных МИС СВЧ с использованием технологических систем моделирования и проектирования	Умеет разрабатывать несложные модели наногетероструктур, активных и пассивных элементов, технологических операций изготовления гетероструктурных МИС СВЧ с использованием технологических систем моделирования и проектирования элементов и технологий полупроводниковых ИС, в том числе МИС СВЧ, изготавливаемых на	Владеет методами разработки моделей наногетероструктур, активных и пассивных элементов, технологических операций изготовления гетероструктурных МИС СВЧ с использованием технологических систем моделирования и проектирования элементов и технологий полупроводниковых

Согласована на портале № 12430

	элементов и технологий полупроводниковых ИС, в том числе МИС СВЧ, изготавливаемых на основе гетероструктур (TCAD).	основе гетероструктур (TCAD). Знаком с программным обеспечением, предназначенным для этих целей.	ИС, в том числе МИС СВЧ, изготавливаемых на основе гетероструктур (TCAD). Имеет небольшой опыт работы в специализированном программном обеспечении.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Имеет представление о целях и возможностях моделирования наногетероструктур, активных и пассивных элементов, технологических операций изготовления гетероструктурных МИС СВЧ с использованием технологических систем моделирования и проектирования элементов и технологий полупроводниковых ИС, в том числе МИС СВЧ, изготавливаемых на основе гетероструктур	Под контролем преподавателя способен разрабатывать модели наногетероструктур, активных и пассивных элементов, технологических операций изготовления гетероструктурных МИС СВЧ с использованием технологических систем моделирования и проектирования элементов и технологий полупроводниковых ИС, в том числе МИС СВЧ, изготавливаемых на основе гетероструктур (TCAD).	Владеет основами разработки моделей наногетероструктур, активных и пассивных элементов, технологических операций изготовления гетероструктурных МИС СВЧ с использованием технологических систем моделирования и проектирования элементов и технологий полупроводниковых ИС, в том числе МИС СВЧ, изготавливаемых на основе гетероструктур (TCAD).

Согласована на портале № 12430

4. Какие основные модули входят в Synopsys TCAD?
5. Какие возможности существуют в Synopsys TCAD для моделирования технологических процессов?
6. Как называется и что позволяет выполнять программный модуль для моделирования приборов?
7. Что понимают под виртуальным производством?
8. Какие задачи решает TCAD в виртуальном производстве?
9. Какие возможности предоставляет Synopsys TCAD для физического моделирования полупроводниковых светодиодов?
10. Какими способами могут создаваться командные файлы для Sentaurus Process?
11. Какими способами могут создаваться командные файлы для Sentaurus Device?
12. Какие основные команды используются в Sentaurus Process? Перечислите их ключевые параметры.
13. Из каких секций состоит командный файл Sentaurus Device?
14. Для чего предназначен программный модуль Inspect, и какие основные возможности он предоставляет пользователю?
15. Какую роль играет Sentaurus Workbench?
16. Что такое маршрут модулей в Sentaurus Workbench?
17. Каким образом посредством Sentaurus Workbench выполняются эксперименты?
18. Чем различаются с точки зрения моделирования технологические процессы травления и осаждения?
19. Перечислите основные параметры технологического процесса, необходимые для моделирования окисления и эпитаксии.
20. Назовите основные отличия геометрического и физического травления.
21. Запишите основные уравнения для моделирования процесса диффузии.

Для обеспечения процесса обучения, выполнения лабораторного практикума и курсового проекта (работы) используются следующие материалы:

1. Зыков Д.Д., Осипов К.Ю. Проектирование и технология электронной компонентной базы. Основы САПР Synopsys TCAD: Учебное пособие. – Томск: ТУСУР, 2012. – 76 с.
2. Зыков Д.Д. Проектирование и технология электронной компонентной базы: Лабораторный практикум. – Томск: ТУСУР, 2012. – 13 с.
3. Зыков Д.Д. Проектирование и технология электронной компонентной базы: Методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе. – Томск: ТУСУР, 2012. – 50 с.
4. Зыков Д.Д. Моделирование технологических процессов и приборов в микро- и наноэлектронике: Методические указания по выполнению курсового проекта. – Томск: ТУСУР, 2015. – 15 с.

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

Согласована на портале № 12430