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
«5» 10 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Приборно-технологическое моделирование

Уровень основной образовательной программы: **Бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Профиль: **Микроэлектроника и твердотельная электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ФЭ, Кафедра физической электроники**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2013 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	12	12	часов
2	Практические занятия	12	12	часов
3	Лабораторные занятия	12	12	часов
4	Всего аудиторных занятий	36	36	часов
5	Из них в интерактивной форме	4	4	часов
6	Самостоятельная работа	36	36	часов
7	Всего (без экзамена)	72	72	часов
8	Общая трудоемкость	72	72	часов
		2	2	З.Е

Зачет: 5 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 7350

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 73 от « 8 » 9 2016 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 12.03.2015 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры 08.09.2016, протокол №73.

Разработчики:

ведущий инженер НИИ СЭС ТУСУР — Юнусов И. В.

Заведующий обеспечивающей каф. ФЭ — Троян П. Е.

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

Декан ФЭТ — Воронин А. И.

Заведующий профилирующей каф. ФЭ — Троян П. Е.

Заведующий выпускающей каф. ФЭ — Троян П. Е.

Эксперты:

Председатель методической комиссии кафедры ФЭ ТУСУР — Чистоедова И. А.

Председатель методической комиссии факультета ФЭТ ТУСУР — Чистоедова И.А.

Согласована на портале № 7350

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Формирование навыков применения компьютерных вычислительных технологий в процессе оптимизации параметров отдельных технологических операций и проектирования полупроводниковых приборов.

1.2. Задачи дисциплины

– Изучение возможностей комплекса программ, предназначенного для приборно-технологического моделирования ISE/Synopsys TCAD.;

– Практическое освоение методов работы с отдельными модулями комплекса программ ISE/Synopsys TCAD.;

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Приборно-технологическое моделирование» относится к блоку факультативных дисциплин образовательной программы.

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Математическое моделирование и программирование, Физика полупроводников, Твердотельная электроника.

Последующими дисциплинами являются: выпускная квалификационная работа.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-7 способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;

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

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** математические модели, используемые для моделирования технологических процессов и полупроводниковых приборов; возможности комплекса программ ISE/Synopsys TCAD; назначение используемых для выполнения работ программных модулей.

– **уметь** формировать модели полупроводниковых приборов и проводить расчет их электрофизических параметров; управлять параметрами моделей технологических процессов с целью достижения соответствия результатам выполнения реального технологического процесса; выбирать подходящие для решения задачи программные модули ISE/Synopsys TCAD и порядок их использования.

– **владеть** методиками и алгоритмами работы с комплексом программ ISE/Synopsys TCAD.

Согласована на портале № 7350

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

№	Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	12	12	часов
2	Практические занятия	12	12	часов
3	Лабораторные занятия	12	12	часов
4	Всего аудиторных занятий	36	36	часов
5	Из них в интерактивной форме	4	4	часов
6	Самостоятельная работа	36	36	часов
7	Всего (без экзамена)	72	72	часов
8	Общая трудоемкость	72	72	часов
		2	2	З.Е

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
1	Введение	4	0	0	2	6	ОПК-7
2	Технологическое моделирование	4	6	6	17	33	ОПК-7, ПК-1
3	Приборное моделирование	4	6	6	17	33	ОПК-7, ПК-1
	Итого	12	12	12	36	72	

Согласована на портале № 7350

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 (час)	Формируемые компетенции
5 семестр				
1	Введение	Предмет дисциплины и ее задачи. Возможности комплекса программ ISE/Synopsys TCAD.	4	ОПК-7
2	Технологическое моделирование	Программный модуль DIOS для моделирования технологических процессов. Моделирование процесса травления. Моделирование процесса осаждения.	4	ОПК-7, ПК-1
3	Приборное моделирование	Программный модуль MDRAW. Программный модуль DESSIS. Программный модуль TECPLOT. Программный модуль INSPECT.	4	ОПК-7, ПК-1
	Итого		12	

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

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

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

№	Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин		
		1	2	3
Предшествующие дисциплины				
1	Математическое моделирование и программирование		+	
2	Физика полупроводников			+
3	Твердотельная электроника			+
Последующие дисциплины				
1	Выпускная квалификационная работа	+	+	+

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

Согласована на портале № 7350

Таблица 5. 4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий			
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
ОПК-7	+	+	+	+
ПК-1	+	+	+	+

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 лекции	Всего
Работа в команде	2	2	4
Итого	2	2	4

7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

№	Названия разделов	Содержание лабораторных работ	Трудоемкость (час)	Формируемые компетенции
5 семестр				
1	Технологическое моделирование	Моделирование селективных процессов изотропного и анизотропного травления многослойных структур.	3	ОПК-7, ПК-1
2	Технологическое моделирование	Моделирование процесса неконформного осаждения диэлектрика. Моделирование процесса осаждения металла через двух- и трехслойную резистивные маски.	3	ОПК-7, ПК-1
3	Приборное моделирование	Моделирование полупроводникового резистора.	3	ОПК-7, ПК-1
4	Приборное моделирование	Моделирование диода Шоттки.	3	ОПК-7, ПК-1
	Итого		12	

Согласована на портале № 7350

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

№	Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость (час)	Формируемые компетенции
5 семестр				
1	Технологическое моделирование	Создание и изучение технологического процесса формирования МОП транзистора.	6	ОПК-7, ПК-1
2	Приборное моделирование	Создание и изучение модели полупроводникового диода на основе p-n перехода.	6	ОПК-7, ПК-1
	Итого		12	

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 (час)	Формируемые компетенции	Формы контроля
5 семестр					
1	Введение	Проработка лекционного материала	2	ОПК-7, ПК-1	Защита отчета
2	Технологическое моделирование	Проработка лекционного материала	2	ОПК-7, ПК-1	Защита отчета
3	Технологическое моделирование	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	5	ОПК-7, ПК-1	Защита отчета
4	Технологическое моделирование	Оформление отчетов по лабораторным работам	10	ОПК-7, ПК-1	Отчет по лабораторной работе
5	Приборное моделирование	Проработка лекционного материала	2	ОПК-7, ПК-1	Защита отчета
6	Приборное моделирование	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	5	ОПК-7, ПК-1	Защита отчета

Согласована на портале № 7350

7	Приборное моделирование	Оформление отчетов по лабораторным работам	10	ОПК-7, ПК-1	Отчет по лабораторной работе
	Всего (без экзамена)		36		
	Итого		36		

10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Бальные 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
5 семестр				
Компонент своевременности		10	10	20
Опрос на занятиях	10			10
Отчет по лабораторной работе		30	40	70
Нарастающим итогом	10	50	100	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

Согласована на портале № 7350

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

12.1.1 Зыков Д.Д. Системы автоматизированного моделирования и проектирования технологических процессов и технологических маршрутов производства СВЧ МИС, оптимизация производства (основы САПР Synopsys TCAD): учеб. пособие / Д.Д. Зыков, К.Ю. Осипов. – Томск: В-Спектр, 2010. – 76 с.: ил. [Электронный ресурс]. - http://miel.tusur.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=234

12.2. Дополнительная литература

12.2.1 Шур М. Современные приборы на основе арсенида галлия: Пер.с нем. / пер. С.Д.Барановский, пер. Ю.Б. Кириллов, пер. А.А. Кальфа, пер. Г.С. Симин, ред. Пер. М.Е. Левинштейн, Ред. пер. В.Е. Челноков. – М.: Мир, 1991. – 632 с. (4).

12.2.2 Полевые транзисторы на арсениде галлия: Принципы работы и технология изготовления : Пер. с англ. / П. Ф. Линдквист, У. М. Форд, Л. Холлан и др.; Ред. Д. В. Ди Лоренцо, Ред. Д. Д. Канделуола, Ред. пер. Г. В. Петров. - М. : Радио и связь, 1988. - 494[2] с. (23).

12.2.3 Арсенид галлия в микроэлектронике : пер. с англ. / У. Ф. Уиссмен [и др.] ; ред. Н. Айнспрук, ред. У. Ф. Уиссмен, ред. пер. В. Н. Мордкович. - М. : Мир, 1988. – 555 с. (7).

12.2.4 Основы наноэлектроники : учебное пособие для вузов / В. П. Драгунов, И. Г. Неизвестный, В. А. Гридчин. - М. : Физматкнига ; М. : Логос ; М. : Университетская книга, 2006. – 494 с. (31).

12.2.5 Процессы микро- и нанотехнологии : учебное пособие для вузов / Т. И. Данилина [и др.] ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск : ТУСУР, 2005. - 316 с. (53). 103

12.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

12.3.1 Зыков Д.Д. Проектирование и технология электронной компонентной базы: Учебно-методическое пособие по аудиторным практическим занятиям и самостоятельной работе. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 50 с. - [электронный ресурс]. - http://miel.tusur.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=234

12.3.2 Осипов К.Ю., Троян П.Е. Приборно-технологическое моделирование: Методические указания по выполнению лабораторных работ и самостоятельной работы. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012 – 24 с. - [электронный ресурс] - http://miel.tusur.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=234

12.3.3 Программный пакет ISE/Synopsys TCAD.

12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Не требуется

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Занятия следует проводить с применением проектора и компьютера. Практические занятия и лабораторные следует проводить в компьютерном классе с использованием программного пакета Synopsys TCAD.

14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Без рекомендаций.

БИБЛИОТЕКА ТУСУР

Согласована на портале № 7350

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
«_5_» _____10_____ 20_16_ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Приборно-технологическое моделирование

Уровень основной образовательной программы: **Бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Профиль: **Микроэлектроника и твердотельная электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ФЭ, Кафедра физической электроники**
Курс: **3**
Семестр: **5**

Учебный план набора 2013 года

Разработчики:

- ведущий инженер НИИ СЭС ТУСУР Юнусов И. В.

Зачет: 5 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 7350

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) «Приборно-технологическое моделирование» 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) «Приборно-технологическое моделирование» 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
ОПК-7	способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	Должен знать математические модели, используемые для моделирования технологических процессов и полупроводниковых приборов. Должен знать возможности комплекса программ ISE/Synopsys TCAD. Должен знать назначение используемых для выполнения работ программных модулей. Должен уметь формировать модели полупроводниковых приборов и проводить расчет их электрофизических параметров. Должен уметь управлять параметрами моделей технологических процессов с целью достижения соответствия результатам выполнения реального технологического процесса. Должен уметь выбирать подходящие для решения задачи программные модули ISE/Synopsys TCAD и порядок их использования. Должен владеть методиками и алгоритмами работы с комплексом программ ISE/Synopsys TCAD.
ПК-1	способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	

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 уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое

Согласована на портале № 7350

		области исследования	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 ОПК-7

ОПК-7: способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности.

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	Возможности комплекса программ ISE/Synopsys TCAD. Назначение используемых для выполнения работ программных модулей.	Выбирать подходящие для решения задачи программные модули ISE/Synopsys TCAD и порядок их использования.	Методиками и алгоритмами работы с комплексом программ ISE/Synopsys TCAD.
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия	• Интерактивные практические занятия; • Лабораторные занятия
Используемые средства оценивания	• Зачет; • Опрос на занятиях	• Зачет; • Защита лабораторных работ	• Зачет; • Защита лабораторных работ

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

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Большинство возможностей комплекса программ ISE/Synopsys TCAD. Назначение всех используемых для выполнения работ программных модулей.	• Выбирать подходящие для решения задачи программные модули ISE/Synopsys TCAD и порядок их использования. Помощь преподавателя не требуется.	• Методиками и алгоритмами работы с комплексом программ ISE/Synopsys TCAD. Свободно, с возможностью выполнять моделирование сложных, не типовых приборов и процессов.

Согласована на портале № 7350

Хорошо (базовый уровень)	• Основные возможности комплекса программ ISE/Synopsys TCAD. Назначение всех используемых для выполнения работ программных модулей.	• Выбирать подходящие для решения задачи программные модули ISE/Synopsys TCAD и порядок их использования. Помощь преподавателя требуется редко.	• Методиками и алгоритмами работы с комплексом программ ISE/Synopsys TCAD. С возможностью выполнять моделирование простых, не типовых приборов и процессов.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Возможности комплекса программ ISE/Synopsys TCAD, использованные для выполнения работ. Назначение всех используемых для выполнения работ программных модулей.	• Выбирать подходящие для решения задачи программные модули ISE/Synopsys TCAD и порядок их использования. Работа выполняется при помощи преподавателя.	• Методиками и алгоритмами работы с комплексом программ ISE/Synopsys TCAD. С возможностью выполнять моделирование простых, типовых приборов и процессов.

2.2 Компетенция ПК-1

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

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	Математические модели, используемые для моделирования технологических процессов и полупроводниковых приборов.	Формировать модели полупроводниковых приборов и проводить расчет их электрофизических параметров. Управлять параметрами моделей технологических процессов с целью достижения соответствия результатам выполнения реального технологического процесса.	Методиками и алгоритмами работы с комплексом программ ISE/Synopsys TCAD.
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные	• Интерактивные практические занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;

Согласована на портале № 7350

		занятия	
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Зачет	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Зачет	• Оформление отчета по лабораторной работе и защита; • Зачет

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)	• Все математические модели, используемые для моделирования технологических процессов и полупроводниковых приборов.;	• Формировать модели полупроводниковых приборов и проводить расчет их электрофизических параметров. Управлять параметрами моделей технологических процессов с целью достижения соответствия результатам выполнения реального технологического процесса. Помощь преподавателя не требуется.	• Методиками и алгоритмами работы с комплексом программ ISE/Synopsys TCAD. Свободно, с возможностью выполнять моделирование сложных, не типовых приборов и процессов.
Хорошо (базовый уровень)	• Большинство математических моделей, используемых для моделирования технологических процессов и полупроводниковых приборов.	• Формировать модели полупроводниковых приборов и проводить расчет их электрофизических параметров. Управлять параметрами моделей технологических процессов с целью достижения соответствия результатам выполнения реального технологического процесса. Помощь преподавателя требуется редко.	• Методиками и алгоритмами работы с комплексом программ ISE/Synopsys TCAD. С возможностью выполнять моделирование простых, не типовых приборов и процессов.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Основные математические модели, используемые для моделирования технологических процессов и полупроводниковых приборов.	• Формировать модели полупроводниковых приборов и проводить расчет их электрофизических параметров. Управлять параметрами моделей технологических процессов с целью	• Методиками и алгоритмами работы с комплексом программ ISE/Synopsys TCAD. С возможностью выполнять моделирование простых, типовых приборов и процессов.

Согласована на портале № 7350

9. Математические модели, используемые для описания явлений переноса заряженных частиц в полупроводнике. Области применения.

10. Математические модели, используемые для описания контакта Шоттки.

11. Подвижность носителей в полупроводниках. Основные математические модели.

12. Генерация и рекомбинация носителей заряда. Основные зависимости. Математические модели.

13. Туннелирование. Математические модели и области применения.

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 формирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

4.1.1 Зыков Д.Д. Системы автоматизированного моделирования и проектирования технологических процессов и технологических маршрутов производства СВЧ МИС, оптимизация производства (основы САПР Synopsys TCAD): учеб. пособие / Д.Д. Зыков, К.Ю. Осипов. – Томск: В-Спектр, 2010. – 76 с.: ил. [Электронный ресурс]. - http://miel.tusur.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=234

4.2. Дополнительная литература

4.2.1 Шур М. Современные приборы на основе арсенида галлия: Пер.с нем. / пер. С.Д.Барановский, пер. Ю.Б. Кириллов, пер. А.А. Кальфа, пер. Г.С. Симин, ред. Пер. М.Е. Левинштейн, Ред. пер. В.Е. Челноков. – М.: Мир, 1991. – 632 с. (4).

4.2.2 Полевые транзисторы на арсениде галлия: Принципы работы и технология изготовления : Пер. с англ. / П. Ф. Линдквист, У. М. Форд, Л. Холлан и др.; Ред. Д. В. Ди Лоренцо, Ред. Д. Д. Канделуола, Ред. пер. Г. В. Петров. - М. : Радио и связь, 1988. - 494[2] с. (23).

4.2.3 Арсенид галлия в микроэлектронике : пер. с англ. / У. Ф. Уиссмен [и др.] ; ред. Н. Айнспрук, ред. У. Ф. Уиссмен, ред. пер. В. Н. Мордкович. - М. : Мир, 1988. – 555 с. (7).

4.2.4 Основы наноэлектроники : учебное пособие для вузов / В. П. Драгунов, И. Г. Неизвестный, В. А. Гридчин. - М. : Физматкнига ; М. : Логос ; М. : Университетская книга, 2006. – 494 с. (31).

4.2.5 Процессы микро- и нанотехнологии : учебное пособие для вузов / Т. И. Данилина [и др.] ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск : ТУСУР, 2005. - 316 с. (53).

4.3 Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

4.3.1 Зыков Д.Д. Проектирование и технология электронной компонентной базы: Учебно-методическое пособие по аудиторным практическим занятиям и самостоятельной работе. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 50 с. - [электронный ресурс]. - http://miel.tusur.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=234

4.3.2 Осипов К.Ю., Троян П.Е. Приборно-технологическое моделирование: Методические указания по выполнению лабораторных работ и самостоятельной работы. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012 – 24 с. - [электронный ресурс] - http://miel.tusur.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=234

4.3.3 Программный пакет ISE/Synopsys TCAD.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Не требуется

Согласована на портале № 7350