

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ:



Декан физического факультета

С.Н. Филимонов

2021 г.

Рабочая программа дисциплины
Компьютерные технологии в физике твердого тела

по направлению подготовки
03.04.02 – Физика

Магистерская программа
«Фундаментальная и прикладная физика»

Форма обучения
Очная

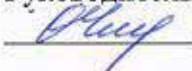
Квалификация выпускника
Магистр

Год приема
2021

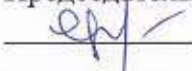
Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.ДВ.01.05.13

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

 О.Н. Чайковская

Председатель УМК

 О.М. Сюсина

Томск – 2021

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-1 Способен самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИПК-1.1. Знает основные стратегии исследований в выбранной области физики, критерии эффективности, ограничения применимости

ИПК-1.2. Умеет выделять и систематизировать основные цели исследований в выбранной области физики, извлекать информацию из различных источников, включая периодическую печать и электронные коммуникации, представлять её в понятном виде и эффективно использовать.

2. Задачи освоения дисциплины

– Получить представления о компьютерном моделировании технологических процессов формирования полупроводниковых устройств и моделировании структуры полупроводниковых устройств.

– Научиться применять понятийный аппарат дисциплины «Компьютерные технологии в физике твердого тела» и практические навыки компьютерного моделирования полупроводниковых устройств для решения практических задач профессиональной деятельности.

3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Семестр 3, зачет с оценкой.

5. Входные требования для освоения дисциплины

Наличие у студента компетенций, сформированных при освоении дисциплин: Физика полупроводников, Физика полупроводниковых приборов, Компьютерные технологии, Компьютерное моделирование в физике полупроводников. Обучающийся должен обладать навыками работы в ОС UNIX, работать в поисковых системах и осуществлять поиск информации, знать основы моделирования полупроводниковых структур в среде TCAD Sentaurus.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часа, из которых:
– практические занятия: 46 ч.;
Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Тема 1. Моделирование технологических процессов (Одномерное и двухмерное моделирование технологических процессов в программе Sentaurus Process. Моделирование МОП - транзистора в программе Sentaurus Process. Моделирование биполярного транзистора в программе Sentaurus Process).

Тема 2. Моделирование структуры прибора без учета технологических процессов (Формирование двухмерной и трехмерной структуры прибора с использованием программы SDE. Моделирование МОП - транзистора в программе SDE. Моделирование КНИ - МОП - транзистора в программе SDE. Моделирование p-n-перехода с "плавающими кольцами" в программе SNMESH).

Тема 3. Моделирование и анализ приборных характеристик полупроводникового устройства (Расчет зависимости коэффициента усиления базового тока и частоты единичного усиления биполярного p-n-p транзистора. Расчет АЧХ биполярного транзистора. Расчет порогового напряжения n-канального МОП – транзистора. Расчет напряжения лавинного пробоя p-n-перехода с "плавающими кольцами").

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, тестов по лекционному материалу, выполнения домашних заданий и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

10. Порядок проведения и критерии оценивания аттестации

Зачет с оценкой проводится в устной форме по результатам индивидуальных практических заданий, предполагающим развернутый ответ и проверяющим ИПК-1.2, а также по контрольным вопросам по материалу курса, требующим краткий ответ и проверяющим ИПК-1.1.

Темы индивидуальных практических заданий:

1. Одномерное моделирование технологических процессов в программе Sentaurus Process.
2. Двухмерное моделирование технологических процессов в программе Sentaurus Process.
3. Моделирование двухмерной структуры прибора с использованием программы SDE.
4. Моделирование структуры трехмерного КНИ-МОП-транзистора с использованием программы SDE.
5. Моделирование структуры и расчет приборных характеристик биполярного транзистора.
6. Расчет АЧХ биполярного транзистора.
7. Расчет характеристик МОП – транзистора.
8. Расчет напряжения лавинного пробоя p-n-перехода с “плавающими кольцами”.

Контрольные вопросы:

1. Основные этапы технологического процесса создания полупроводникового прибора.
2. Структура МОП-транзистора, принцип работы МОП-транзистора.

3. Структура биполярного транзистора, принцип работы биполярного транзистора.
4. Лавинный пробой.
5. Основные этапы моделирования структуры полупроводникового прибора в программе Sentaurus Process.
6. Основные этапы моделирования структуры полупроводникового прибора в программе Sentaurus Structure Editor.
7. Описание физических процессов, протекающих в полупроводниковом приборе, в программе Sentaurus Device.

Результаты зачета определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» ставится, если студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, способен самостоятельно принимать и обосновывать решения, оценивать их эффективность. Оценка «хорошо» ставится, если студент твердо знает материал, грамотно излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает не критичные неточности в ответе. Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент, показывает фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно точно формулирует базовые понятия. Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент не знает большей части основного содержания дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины.

11. Учебно-методическое обеспечение

- а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle»
- б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Шалимова К. В. Физика полупроводников. – Санкт-Петербург: Лань, 2010. – 390 с.
2. Зи С.М. Физика полупроводниковых приборов. – М., Энергия, 1973, – 656с .
3. Гаман В.И. Физика полупроводниковых приборов.: Учебное пособие. – Томск: Изд-во Том. Ун-та, 1989. – 336с.
4. Новиков В.А. Практическое руководство по моделированию полупроводниковых приборов средствами TCAD Sentaurus: Методическое пособие. – Томск. 140с.
5. Росадо Л. Физическая электроника и микроэлектроника. – М.: Высш. шк., 1991. – 351с.
- 6.Тилл У., Лаксон Дж. Интегральные схемы: Материалы, приборы, изготовление. – М.: Мир, 1985. – 501с..

б) дополнительная литература:

1. Практическое руководство по моделированию полупроводниковых приборов средствами TCAD Sentaurus (доступна в локальной сети кафедры)
2. Synopsys Sentaurus Device User Guide. 2014, – 1284p.(доступна в локальной сети кафедры)
3. Rockett A. The Materials Science of Semiconductors. - Springer, 2008. - 622 p.
4. Synopsys Sentaurus Structure Editor User Guide. 2010, – 638p.(доступна в локальной сети кафедры)

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
- публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).
- Пакет программ TCAD Sentaurus

г) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ –
<http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ –
<http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

15. Информация о разработчиках

Новиков Вадим Александрович, кандидат физ.-мат. наук, ТГУ, кафедра физики полупроводников, доцент.