

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

Физический факультет

УТВЕРЖДЕНО:  
Декан физического факультета  
С.Н. Филимонов

Рабочая программа дисциплины

**Компьютерные технологии в физике твердого тела**

по направлению подготовки

**03.04.02 Физика**

Направленность (профиль) подготовки:  
**Фундаментальная и прикладная физика**

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Магистр**

Год приема  
**2023**

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель ОП  
О.Н. Чайковская

Председатель УМК  
О.М. Сюсина

Томск – 2023

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины**

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 в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к Блоку 1 «Физика полупроводников. Микроэлектроника».

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

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

Третий семестр, 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**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часа, из которых:

– практические занятия: 46 ч.;

в том числе практическая подготовка: 46 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины, 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 р-п-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 п-р-п транзистора. Расчет АЧХ биполярного транзистора. Расчет порогового напряжения п-канального МОП – транзистора. Расчет напряжения лавинного пробоя р-п-перехода с "плавающими кольцами").

## **9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем устных опросов по пройденному материалу, контроля за исполнением практических заданий во время аудиторной работы, контроля выполнения домашних заданий (обработка результатов моделирования и иных данных, полученных во время аудиторной работы, подготовка отчетов по проделанным практическим работам, изучение теоретического материала к следующим работам по предоставляемым методическим материалам) и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр. Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» – <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>

## **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной 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

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» – <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>

## **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, – 1284р.(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, – 638р.(доступна в локальной сети кафедры)

### **13. Перечень информационных технологий**

а) 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

б) 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 лабораторных занятий.

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.