

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

Институт (факультет) **Физико-математический факультет**
Кафедра **Технической физики**

АННОТАЦИЯ

к рабочей программе

«Физика полупроводниковых структур»

Индекс по учебному плану: **Б1.В.ДВ.04.02**

Направление подготовки: **16.03.01 «Техническая физика»**

Квалификация: **бакалавр**

Профиль подготовки: **Физика нанотехнологий и наноразмерных структур**

Вид(ы) профессиональной деятельности: **производственно-технологическая,**
научно-исследовательская, организационно-управленческая

Разработчик: доцент кафедры ТФ Л.Н. Багаутдинова

Казань 2017 г.

РАЗДЕЛ 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1 Цель изучения дисциплины (модуля)

Целью изучения дисциплины является получение фундаментальных знаний в области физики полупроводников и приобретение необходимых навыков для их использования в научно-исследовательской и в будущей профессиональной деятельности, а также при изучении последующих профессиональных дисциплин.

1.2 Задачи дисциплины (модуля)

- Овладение фундаментальными понятиями и законами физики полупроводников, а также используемые в физике полупроводников основополагающие модели и теории;

- Изучение принципов действия важнейших полупроводниковых приборов; построения математических моделей полупроводниковых приборов с целью определения их характеристик и основных параметров, а также построения эквивалентных схем для различных режимов работы; физических процессов, происходящих в электрических переходах;

- Формирование приемов и методов решения конкретных задач из различных областей физики полупроводников.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физика полупроводниковых структур» включена в вариативную часть блока Б1 основной образовательной программы 16.03.01 «Техническая физика». Осваивается на 4 курсе, в 7 и 8 семестрах. Знание этого материала необходимо для изучения последующих профессиональных дисциплин магистратуры, все виды практик, научно-исследовательскую работу, а также при выполнении курсовых работ, проектов и выпускной квалификационной работы.

1.4 Перечень компетенций, которые должны быть реализованы в ходе освоения дисциплины

| Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) | Уровни освоения составляющих компетенций | | |
|--|--|---|--|
| | Пороговый | Продвинутый | Превосходный |
| ПК-6 - готовностью составить план заданного руководителем научного исследования, разработать адекватную модель изучаемого объекта и определить область ее применимости | | | |
| Знать способы разработки адекватной модели изучаемого объекта и область ее применимости. (ПК-6З) | Знание составляющих плана заданного руководителем научного исследования | Знание составляющих плана заданного руководителем научного исследования, знать способы разработки адекватной модели изучаемого объекта | Знание составляющих плана заданного руководителем научного исследования, знать способы разработки адекватной модели изучаемого объекта и определять область ее применимости |
| Умение составить план заданного руководителем научного исследования, умение разработать адекватную модель изучаемого объекта и определить область. (ПК-6У) | Умение составить план заданного руководителем научного исследования | Умение составить план заданного руководителем научного исследования, умение разработать адекватную модель изучаемого объекта | Умение составить план заданного руководителем научного исследования, умение разработать адекватную модель изучаемого объекта и определить область ее применимости |
| Владение навыками составления плана заданного руководителем научного исследования, владеть способами разработки адекватной модели изучаемого объекта и определить область ее применимости. (ПК-6В) | Владение составленным планом заданного руководителем научного исследования | Владение составленным планом заданного руководителем научного исследования, владеть способами разработки адекватной модели изучаемого объекта | Владение составленным планом заданного руководителем научного исследования, владеть способами разработки адекватной модели изучаемого объекта и определить область ее применимости |

| | | | |
|---|--|---|--|
| ПК-9 - способностью использовать технические средства для определения основных параметров технологического процесса, изучения свойств физико-технических объектов, изделий и материалов | | | |
| <p>Знание современных технических средств для определения основных параметров технологического процесса, знание свойств физико-технических объектов, изделий, материалов и их применение. (ПК-9З)</p> | <p>Знание технических средств для определения основных параметров технологического процесса, знание свойств физико-технических объектов, изделий и материалов</p> | <p>Знание технических средств для определения основных параметров технологического процесса, знание свойств физико-технических объектов, изделий, материалов и их применение</p> | <p>Знание современных технических средств для определения основных параметров технологического процесса, знание свойств физико-технических объектов, изделий, материалов и их применение</p> |
| <p>Умение применять современные технические средства для определения основных параметров технологического процесса и свойства физико-технических объектов, изделий и материалов (ПК-9У)</p> | <p>Умение определить технические средства для определения основных параметров технологического процесса и свойства физико-технических объектов, изделий и материалов</p> | <p>Умение применять технические средства для определения основных параметров технологического процесса и свойства физико-технических объектов, изделий и материалов</p> | <p>Умение применять современные технические средства для определения основных параметров технологического процесса и свойства физико-технических объектов, изделий и материалов</p> |
| <p>Владение современными техническими средствами для определения основных параметров технологического процесса, владение свойствами физико-технических объектов, изделий, материалов и их применение (ПК-9В)</p> | <p>Владение техническими средствами для определения основных параметров технологического процесса, владение свойствами физико-технических объектов, изделий и материалов</p> | <p>Владение техническими средствами для определения основных параметров технологического процесса, владение свойствами физико-технических объектов, изделий, материалов и их применение</p> | <p>Владение современными техническими средствами для определения основных параметров технологического процесса, владение свойствами физико-технических объектов, изделий, материалов и их применение</p> |

| | | | |
|---|--|--|--|
| ПК-17 - способностью анализировать технологический процесс как объект управления | | | |
| Знание анализа современных технологических процессов как объектов управления (ПК-17З) | Знание технологических процессов как объектов управления | Знание анализа технологических процессов как объектов управления | Знание анализа современных технологических процессов как объектов управления |
| Умение анализировать современные технологические процессы как объекты управления и уметь их применять (ПК-17У) | Умение анализировать технологические процессы как объекты управления и уметь | Умение анализировать технологические процессы как объекты управления и уметь их применять | Умение анализировать современные технологические процессы как объекты управления и уметь их применять |
| Владение навыками анализа анализом современных технологических процессов как объектов управления и владение способами их применения. (ПК-17В) | Владение анализом технологических процессов как объектов управления и владение способами | Владение анализом технологических процессов как объектов управления и владение способами их применения | Владение анализом современных технологических процессов как объектов управления и владение способами их применения |

РАЗДЕЛ 2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И ТЕХНОЛОГИЯ ЕЕ ОСВОЕНИЯ

2.1 Структура дисциплины (модуля), ее трудоемкость и применяемые образовательные технологии

Распределение фонда времени по видам занятий

| Наименование раздела и темы | Всего часов | Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах/интерактивные часы) | | | | Коды составляющих компетенций | Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств) |
|-----------------------------|-------------|---|-----------|----------|-----------|-------------------------------|---|
| | | лекции | лаб. раб. | пр. зан. | сам. раб. | | |
| Раздел 1. | | | | | | | ФОСТК-1 |

| | | | | | | | |
|---|------|-----|---|-----|---|---|--|
| Тема 1.1. Полупроводники. Элементарная теория электропроводности | 14/2 | 2/1 | 4 | 2/1 | 6 | ПК-6.3, ПК-9.3, ПК-9.У, ПК-9.В, ПК-17.3, ПК-17.У, ПК-17.В | Защита лабораторной работы; Отчет по практической работе |
| Тема 1.2 Основы зонной теории полупроводников | 12/2 | 2/1 | 2 | 2/1 | 6 | ПК-6.3, ПК-9.3, ПК-9.У, ПК-9.В, ПК-17.3, ПК-17.У, ПК-17.В | Защита лабораторной работы, Отчет по практической работе |
| Тема 1.3. Колебания атомов кристаллической решетки | 10/2 | 2/1 | - | 2/1 | 6 | ПК-6.3, ПК-6.В, ПК-9.3, ПК-9.В, ПК-17.3, ПК-17.В | Отчет по практической работе |
| Раздел 2. | | | | | | | ФОСТК-2 |
| Тема 2.1. Статистика электронов и дырок в полупроводниках | 12/2 | 2/1 | 2 | 2/1 | 6 | ПК-6.3, ПК-9.3, ПК-9.У, ПК-9.В, ПК-17.3, ПК-17.У, ПК-17.В | Защита лабораторной работы; Отчет по практической работе |
| Тема 2.2.Рассеяние электронов и дырок в полупроводниках | 10/2 | 2/1 | - | 2/1 | 6 | ПК-6.3, ПК-6.В, ПК-9.3, ПК-9.В, ПК-17.3, ПК-17.В | Отчет по практической работе |
| Тема 2.3 Кинетические явления в полупроводниках | 14/2 | 2/1 | 4 | 2/1 | 6 | ПК-6.3, ПК-6.У, ПК-6.В, ПК-9.3, ПК-9.У, ПК-9.В, ПК-17.3, ПК-17.У, ПК-17.В | Защита лабораторной работы; Отчет по практической работе |
| Раздел 3. | | | | | | | ФОСТК-3 |
| Тема 3.1. Генерация и рекомбинация электронов и дырок | 8/2 | 1/1 | 2 | 2/1 | 3 | ПК-6.3, ПК-6.У, ПК-6.В, ПК-9.3, ПК-9.У, ПК-9.В, ПК-17.3, ПК-17.У, | Защита лабораторной работы; Отчет по практической работе |

| | | | | | | | |
|---|------------|-------------|-----------|-------------|-----------|---|--|
| | | | | | | ПК-17.В | |
| Тема 3.2. Диффузия и дрейф неравновесных носителей заряда | 6/1 | 1 | - | 2/1 | 3 | ПК-6.3, ПК-6.В, ПК-9.3, ПК-9.В, ПК-17.3, ПК-17.В | Отчет по практической работе |
| Тема 3.3. Контактные явления в полупроводниках | 16/2 | 2/1 | 4 | 2/1 | 8 | ПК-6.3, ПК-6.У, ПК-6.В, ПК-9.3, ПК-9.У, ПК-9.В, ПК-17.3, ПК-17.У, ПК-17.В | Защита лабораторной работы; Отчет по практической работе |
| Тема 3.4. Поверхностные явления в полупроводниках | 6/1 | 2/1 | - | - | 4 | ПК-6.3, ПК-9.3, ПК-17.3 | Устный опрос |
| Курсовая работа | 36 | | | | 36 | ПК-6.У, ПК-6.В, ПК-9.У, ПК-9.В, ПК-17.У, ПК-17.В | ФОСПА-1 |
| Зачет | | | | | | | ФОСПА-2 |
| Всего за семестр | 144 | 18/9 | 18 | 18/9 | 90 | | |
| Раздел 4. | | | | | | | ФОСТК-4 |
| Тема 4.1. Поглощение света полупроводниками | 13 | 1/1 | - | - | 12 | ПК-6.3, ПК-9.3, ПК-17.3 | Устный опрос |
| Тема 4.2. Люминисценция полупроводников | 13 | 1/1 | - | - | 12 | ПК-6.3, ПК-9.3, ПК-17.3 | Устный опрос |
| Тема 4.3. Фотоэлектрические явления в полупроводниках | 18 | 1/1 | - | 3/3 | 14 | ПК-6.3, ПК-6.В, ПК-9.3, ПК-9.В, ПК-17.3, ПК-17.В | Отчет по практической работе |
| Раздел 5. | | | | | | | ФОСТК-5 |
| Тема 5.1. Диоды на основе электронно-дырочных переходов | 29 | 2/2 | 3/3 | 2/2 | 22 | ПК-6.3, ПК-6.У, ПК-6.В, ПК-9.3, ПК-9.У, ПК-9.В, ПК-17.3, ПК-17.У, ПК-17.В | Защита лабораторной работы; Отчет по практической работе |
| Тема 5.2. Тиристоры | 17 | 1/1 | 2/2 | - | 14 | ПК-6.3, | Защита |

| | | | | | | | |
|----------------------------------|------------|-------------|------------|------------|------------|---|--|
| | | | | | | ПК-6.У, ПК-9.3, ПК-9.У, ПК-17.3, ПК-17.У | лабораторной работы |
| Раздел 6. | | | | | | | ФОСТК-6 |
| Тема 6.1. Биполярные транзисторы | 27,5 | 1,5/ 1,5 | 2/2 | 2/2 | 22 | ПК-6.3, ПК-6.У, ПК-6.В, ПК-9.3, ПК-9.У, ПК-9.В, ПК-17.3, ПК-17.У, ПК-17.В | Защита лабораторной работы; Отчет по практической работе |
| Тема 6.2. Полевые транзисторы | 26,5 | 1,5/ 1,5 | 2/2 | 2/2 | 21 | ПК-6.3, ПК-6.У, ПК-6.В, ПК-9.3, ПК-9.У, ПК-9.В, ПК-17.3, ПК-17.У, ПК-17.В | Защита лабораторной работы; Отчет по практической работе |
| Экзамен | 36 | | | | 36 | | ФОС ПА-3 |
| Всего за семестр | 180 | 9/9 | 9/9 | 9/9 | 153 | | |
| ИТОГО: | 324 | 27 | 27 | 27 | 243 | | |

РАЗДЕЛ 3 ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

3.1 Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

3.1.1 Основная литература

1. Смирнов, Ю.А. Физические основы электроники. [Электронный ресурс] / Ю.А. Смирнов, С.В. Соколов, Е.В. Титов. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 560 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/5856>.

2. Игумнов, Д.В. Основы полупроводниковой электроники. [Электронный ресурс] / Д.В. Игумнов, Г.П. Костюнина. — Электрон. дан. — М. : Горячая линия-Телеком, 2011. — 394 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/5157>

3. Шалимова, К.В. Физика полупроводников. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2010. — 384 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/648>.

4. Кольцов, Г.И. Физика полупроводниковых приборов. Расчет параметров биполярных приборов. Сборник задач. [Электронный ресурс] / Г.И. Кольцов, С.И. Диденко, М.Н. Орлова. — Электрон. дан. — М. : МИСИС, 2012. — 78 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/47460>.

5. Бурбаева Н.В. Сборник задач по полупроводниковой электронике. Учебн. пособие. – Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 168 с. (50 экз.).

6. Пасынков, В.В. Полупроводниковые приборы. [Электронный ресурс] / В.В. Пасынков, Л.К. Чиркин. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2009. — 480 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/300>.

3.2 Информационное обеспечение дисциплины (модуля)

3.2.1 Основное информационное обеспечение

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины:

1. Шалимова, К.В. Физика полупроводников. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2010. — 384 с.

<https://e.lanbook.com/book/648#authors>

2. http://www.ph4s.ru/book_el_poluprov.html

3. <http://books4study.info/text-book2756.html>

4. <http://e-library.kai.ru>

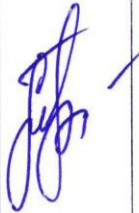

3.3 Кадровое обеспечение

3.3.1 Базовое образование

Реализация дисциплины «Физика полупроводниковых структур» должна обеспечиваться научно-педагогическими кадрами, имеющими базовое техническое образование и ученую степень кандидата технических наук и/или ученое звание доцента, а также систематически занимающимися научной и научно-методической деятельностью.

Преподаватели, читающие лекции по дисциплине «Физика полупроводниковых структур» должны иметь ученую степень кандидата или доктора технических или физико-математических наук (в том числе степень, присваиваемую за рубежом, прошедшую установленную процедуру признания и установления эквивалентности). Преподаватели, ведущие лабораторные и практические занятия, должны иметь соответствующее базовое образование.

Лист регистрации изменений и дополнений

| № п/п | № страницы внесения изменений | Дата внесения изменений | Содержание изменений | Ф.И.О., подпись | «Согласовано» аведующий кафедрой, ведущей дисциплину |
|-------|-------------------------------|-------------------------|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | |
| 1 | 1 | 01.02.2019 | Изменение наименования учредителя университета. В соответствии с утверждением устава федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский университет им. А.Н. Туполева-КАИ» в новой редакции (Приказ № 1042 от 26.11.2018) наименование «Министерство образования и науки Российской Федерации» читать как «Министерство науки и высшего образования Российской Федерации» |  |  |
| 2 | | | | | |