

Энгельсский технологический институт (филиал) федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Естественные и математические науки»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

Б.1.2.18 «Физические основы полупроводниковых приборов»

направления подготовки

09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

Профиль «Программное обеспечение средств вычислительной техники и
автоматизированных систем»

форма обучения – очная
курс – 3
семестр – 5
зачетных единиц – 2
часов в неделю – 2
всего часов – 72
в том числе:
лекции – 16
практические занятия – 16
лабораторные занятия – нет
самостоятельная работа – 40
зачет – 5 семестр
экзамен – нет
РГР – нет
курсовая работа – нет
курсовой проект – нет

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры ЕМН

«20» июня 2023 года, протокол № 30

Зав. кафедрой В.Жилина /Жилина Е.В./

Рабочая программа утверждена на заседании УМКН

«20» июня 2023 года, протокол № 5

Председатель УМКН В.Жилина /Жилина Е.В./

1. Цели и задачи дисциплины

Целями преподавания дисциплины Б.1.2.18 «Физические основы полупроводниковых приборов» являются ознакомление студентов с современной физической картиной мира, приобретение навыков экспериментального исследования физических явлений и процессов, изучение теоретических методов анализа физических явлений, обучение грамотному применению положений физики полупроводников к научному анализу ситуаций, с которой инженеру приходится сталкиваться при создании новой техники, а так же выработки у студентов основ естественно-научного мировоззрения и ознакомления с историей развития физики полупроводников и основных её открытий.

Задачами курса физики полупроводников являются:

- изучение законов окружающего мира в их взаимосвязи;
- овладение фундаментальными принципами и методами решения научно-технических задач;
- формирование навыков по применению положений физики полупроводников к грамотному научному анализу ситуаций, с которыми инженеру приходится сталкиваться при создании новой техники и технологий;
- освоение основных теорий физики полупроводников, позволяющих описать явления в природе и пределов применимости этих теорий для решения современных и перспективных технологических задач;
- формирования у студентов основ естественнонаучной картины мира;
- ознакомление студентов с историей и логикой развития физики полупроводников и основных её открытий.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина Б.1.2.18 «Физические основы полупроводниковых приборов» относится к вариативной части учебного плана подготовки бакалавров по направлению 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», профиль «Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем». . Базируется на знаниях студентов, полученных при изучении дисциплин: «Физика», «Математика», «Вычислительная математика».

Физика полупроводников составляет универсальную фундаментальную базу науки и техники.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование компетенции ОПК-1: способность применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.

Студент должен знать:

- основные физические явления и основные законы физики полупроводников; границы их применимости, применение законов в важнейших практических приложениях;
- основные физические величины и физические константы физики полупроводников, их определение, смысл, способы и единицы их измерения;
- фундаментальные физические опыты и их роль в развитии физики полупроводников;
- назначение и принципы действия важнейших физических приборов.

Студент должен уметь:

- объяснить основные наблюдаемые природные и техногенные явления и эффекты с позиций фундаментальных физических взаимодействий;

- указать, какие законы описывают данное явление или эффект;
- истолковывать смысл физических величин и понятий;
- записывать уравнения для физических величин в системе СИ;
- работать с приборами и оборудованием современной физической лаборатории;
- использовать различные методики физических измерений и обработки экспериментальных данных;
- использовать методы физического и математического моделирования, а также применения методов физико-математического анализа к решению конкретных естественнонаучных и технических проблем.

Студент должен владеть:

- навыками использования основных общезначимых законов и принципов в важнейших практических приложениях;
- навыками применения основных методов физико-математического анализа для решения естественнонаучных задач;
- навыками правильной эксплуатации основных приборов и оборудования современной физической лаборатории;
- навыками обработки и интерпретирования результатов эксперимента;
- навыками использования методов физического моделирования в инженерной практике.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| Код и наименование компетенции (результат освоения) | Код и наименование индикатора достижения компетенции (составляющей компетенции) |
|---|--|
| ОПК-1: способность применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности. | ИД-1 _{ОПК-1} Знает основы высшей математики, физики, основы вычислительной техники и программирования. |
| | ИД-2 _{ОПК-1} Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и обще-инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования. |
| | ИД-3 _{ОПК-1} Имеет навыки теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности. |

| Код и наименование индикатора достижения компетенции | Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине) |
|---|---|
| ИД-1 _{ОПК-1} Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования. | Знает основные физические явления и законы физики полупроводников; границы их применимости, применение законов в важнейших практических приложениях; основные физические величины и физические константы физики полупроводников, их определение, смысл, способы и единицы их измерения; фундаментальные физические опыты и их роль в развитии физики полупроводников; назначение и принципы действия важнейших физических приборов. |
| ИД-2 _{ОПК-1} Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и обще- | Умеет объяснить основные наблюдаемые природные и техногенные явления и эффекты с позиций фундаментальных физических взаимодействий; истолковывать смысл физических величин и понятий; |

| Код и наименование индикатора достижения компетенции | Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине) |
|---|---|
| инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования. | записывать уравнения для физических величин в системе СИ; работать с приборами и оборудованием современной физической лаборатории; использовать различные методики физических измерений и обработки экспериментальных данных; использовать методы физического и математического моделирования, а также применения методов физико-математического анализа к решению конкретных естественнонаучных и технических проблем. |
| ИД-3 _{ОПК-1} Имеет навыки теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности. | Владеет навыками использования основных общезначимых законов и принципов в важнейших практических приложениях; навыками применения основных методов физико-математического анализа для решения естественнонаучных задач; навыками правильной эксплуатации основных приборов и оборудования современной физической лаборатории; навыками обработки и интерпретирования результатов эксперимента; навыками использования методов физического моделирования в инженерной практике. |

4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

| № Модуля | № Неде | № Те | Наименование темы | Часы | | | | | |
|--------------|--------|------|----------------------------------|-----------|-----------|--------------|---------------|----------------|-----------|
| | | | | Всего | Лек-ции | Коллок-виумы | Лабора-торные | Прак-тичес-кие | СРС |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | 8 | 9 |
| 1 | 1-2 | 1 | Строение твёрдого тела | 24 | 4 | - | - | 2 | 18 |
| 1 | 3-4 | 2 | Тепловые свойства твёрдых тел | 14 | 4 | - | - | 4 | 6 |
| 1 | 5-6 | 3 | Квантовая теория | 12 | 4 | - | - | 2 | 6 |
| 2 | 7-8 | 4 | Зонная теория | 21 | 3 | - | - | 8 | 10 |
| 2 | 8 | 5 | Нанозлектроника и нанотехнологии | 1 | 1 | - | - | - | - |
| Всего | | | | 72 | 16 | | | 16 | 40 |

5. Содержание лекционного курса

| № темы | Всего часов | № лекции | Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции | Учебно-методическое обеспечение |
|--------|-------------|----------|--|---------------------------------|
|--------|-------------|----------|--|---------------------------------|

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|-----|---|-------|
| 1 | 4 | 1-2 | <p>Строение твёрдого тела. Кристаллические и аморфные тела. Анизотропия кристаллических твёрдых тел. Понятие о жидких кристаллах. Элементарная кристаллическая ячейка. Объём элементарной ячейки. Кристаллические системы или сингонии. Решетки Браве. Индексы узлов, направлений и плоскостей в кристалле (индексы Миллера). Расстояние между узлами и период идентичности в кубических решётках. Угол между направлениями. Расстояние между соседними плоскостями. Физические типы кристаллов. Ионные кристаллы и ионная связь. Кристаллы NaCl и CsCl, координационное число и плотность упаковки. Атомные кристаллы и ковалентная связь. Кристаллические структуры типа алмаза. Металлические кристаллы, структуры ОЦК и ГЦК; плотная гексагональная упаковка (ГПУ). Плотность упаковки в металлических кристаллах. Молекулярные кристаллы.</p> | 1,6 |
| 2 | 4 | 3-4 | <p>Тепловые свойства твёрдых тел. Упругие свойства твёрдых тел и их связь со строением кристаллической решетки. Дефекты в кристаллах и их влияние на физические свойства кристаллов. Тепловое движение в кристаллах. Тепловые акустические волны. Фононы. Температура Дебая. Тепловое расширение тел. Объяснение механизма теплового расширения как следствия ангармоничности тепловых колебаний. Теплоёмкость твёрдых тел. Классическая теория теплоёмкости, закон Дюлонга и Пти. Квантовая теория теплоёмкости. Модель твёрдого тела по Эйнштейну. Формула Эйнштейна для молярной теплоёмкости. Теория Дебая. Закон кубов при низких температурах. Теплопроводность кристаллов. Решётчатая (фононная) и электронная теплопроводность.</p> | 1,6,2 |
| 3 | 4 | 5-6 | <p>Квантовая теория. Распределение Ферми. Энергия Ферми и её зависимость от температуры. Распределение электронов по энергиям. Условие вырождения электронного газа. Теплопроводность металлов. Классическая электронная теория электропроводности металлов. Законы Ома, Джоуля-Ленца и Видемана-Франца в</p> | 4,5 |

| | | | | |
|----------|-----------|------------|---|----------|
| | | | <p>классической электронной теории. Недостатки классической электронной теории металлов Квантовая теория электропроводности металлов. Сверхпроводимость. Контактная разность потенциалов. Прямой и обратный термоэлектрический эффект. Применение термоэлектрических явлений. Термоэлектронная эмиссия. Электронные приборы.</p> | |
| 4 | 3 | 7-8 | <p>Зонная теория. Энергетические зоны в кристаллах. Расположение зон в металлах и диэлектриках. Полупроводники. Энергетические зоны в собственных полупроводниках. Электропроводность собственных полупроводников и её зависимость от температуры. Два типа примесей в полупроводниках. Примесная проводимость. (P-n)-переход и его свойства. Полупроводниковый диод и его ВАХ. Фотоэлектрические свойства полупроводников. Фотопроводимость. Фоторезисторы. Фотогальванический эффект. Фотодиоды и их применение.</p> | 7 |
| 5 | 1 | 8 | <p>Наноэлектроника и нанотехнологии. Наноэлектроника. МЕМС и НЭМС. Инструменты нанотехнологии. Биотехнологии и наномедицина</p> | 3 |
| | 16 | | | |

6. Содержание коллоквиумов

Не предусмотрены учебным планом

7. Перечень практических занятий

| № темы | Всего часов | № занятия | Тема практического занятия. Задания, вопросы, отработываемые на практическом занятии | Учебно-методическое обеспечение |
|--------|-------------|-----------|--|---------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 2 | 1 | Определение удельной термоэлектродвижущей силы. | 1,2,6 |
| 2,3 | 4 | 2-3 | Изучение температурной зависимости сопротивления полупроводников. | 1,2,6,8 |
| 1,4 | 2 | 4 | Исследование р – n перехода в полупроводниках. | 1,2,6,7,8 |
| 4 | 4 | 5-6 | Исследование внутреннего фотоэффекта в полупроводниках. | 1,2,7,8 |
| 3,4 | 2 | 7 | Исследование фотопроводимости полупроводников. | 1,2,7,8 |
| 4 | 2 | 8 | Изучение эффекта Холла. | 1,2,7,8 |

8. Перечень лабораторных работ
Не предусмотрены учебным планом

9. Задания для самостоятельной работы студентов

| № темы | Всего Часов | Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания) | Учебно-методическое обеспечение |
|--------|-------------|--|---------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 6 | Кристаллические системы или сингонии. Решетки Браве Индексы узлов, направлений и плоскостей в кристалле (индексы Миллера). | 1,2,6 |
| 1 | 6 | Ионные кристаллы и ионная связь. Кристаллы NaCl и CsCl, координационное число и плотность упаковки. Атомные кристаллы и ковалентная связь. | 1,2,6 |
| 1 | 6 | Металлические кристаллы Плотность упаковки в металлических кристаллах. Молекулярные кристаллы. | 1,2,6 |
| 2 | 6 | Тепловое расширение тел. Объяснение механизма теплового расширения Классическая теория теплоёмкости, закон Дюлонга и Пти. | 2 |
| 3 | 6 | Квантовая теория теплоёмкости. Модель твёрдого тела по Эйнштейну Формула Эйнштейна для молярной теплоёмкости. Теория Дебая. | 4,5 |
| 4 | 10 | Энергетические зоны в кристаллах. Расположение зон в металлах и диэлектриках. Полупроводники. Энергетические зоны в собственных полупроводниках. | 7,8 |
| | 40 | | |

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется в рамках практических занятий в соответствии с вопросами, вынесенными для самостоятельной проработки.

10. Расчетно-графическая работа

Не предусмотрена учебным планом

11. Курсовая работа

Не предусмотрена учебным планом

12. Курсовой проект

Не предусмотрен учебным планом

13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

В процессе освоения образовательной программы у студентов формируется компетенция ОПК-1.

Паспорт компетенции:

| № п/п | Название компетенции | Составляющие действия компетенции | Технологии формирования | Средства и технологии оценки |
|-------|--|---|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | ОПК-1: способность применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности. | <p>Студент должен знать: основные физические явления и законы физики полупроводников; границы их применимости, применение законов в важнейших практических приложениях;</p> <p>основные физические величины и физические константы физики полупроводников: определение, смысл, способы и единицы их измерения; фундаментальные физические опыты и их роль в развитии физики полупроводников; назначение и принципы действия важнейших физических приборов.</p> <p>Студент должен уметь объяснить основные наблюдаемые природные и техногенные явления и эффекты с позиций фундаментальных физических взаимодействий; истолковывать смысл физических величин и понятий; записывать уравнения для физических величин в системе СИ; работать с приборами и оборудованием современной физической лаборатории; использовать различные методики физических измерений и обработки экспериментальных данных; использовать методы физического и математического моделирования, а также применения методов физико-математического анализа к решению конкретных естественнонаучных и технических проблем.</p> <p>Студент должен владеть навыками использования основных общефизических законов и принципов в важнейших практических приложениях; навыками применения основных</p> | <p>Лекции, практические занятия, СРС</p> <p>Лекции, практические занятия, СРС</p> <p>Лекции, практические занятия, СРС</p> | <p>Опрос, доклад, выступление</p> <p>Опрос, доклад, выступление</p> <p>Демонстрация практических навыков</p> |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | методов физико-математического анализа для решения естественнонаучных задач; навыками правильной эксплуатации основных приборов и оборудования современной физической лаборатории; навыками обработки и интерпретирования результатов эксперимента; навыками использования методов физического моделирования в инженерной практике. | | |
|--|--|--|--|

УРОВНИ ОСВОЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ ОПК-1

| | |
|--------------------------------------|---|
| ОПК-1 | Формулировка: способность применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности |
| Ступени уровней освоения компетенции | Отличительные признаки |
| Пороговый (удовлетворительный) | <p><u>Знает:</u> основные физические явления и основные законы физики полупроводников, основные физические величины и физические константы, фундаментальные физические опыты. <i>Допускает существенные неточности при определении границ применимости физических законов физики полупроводников в важнейших практических приложениях.</i></p> <p><u>Умеет:</u> использовать методы физического и математического моделирования, применять методы физико-математического анализа к решению конкретных естественнонаучных и технических проблем, <i>но не способен правильно интерпретировать полученные результаты.</i></p> <p><u>Владеет:</u> навыками использования методов физического математического моделирования в инженерной практике, <i>но не может предложить альтернативные варианты решений.</i></p> |
| Продвинутый (хорошо) | <p><u>Знает:</u> основные физические явления и основные законы физики полупроводников; основные физические величины и физические константы, фундаментальные физические опыты. <i>Допускает некоторые неточности при определении границ применимости физических законов в важнейших практических приложениях.</i></p> <p><u>Умеет:</u> использовать методы физического и математического моделирования, применять методы физико-математического анализа к решению конкретных естественнонаучных и технических проблем.</p> <p><u>Владеет:</u> навыками использования методов физического и математического моделирования в инженерной практике, <i>но не может обосновать оптимальность предложенного решения.</i></p> |

| | |
|----------------------|--|
| Высокий (отлично) | <p><u>Знает</u>: основные физические явления и основные законы физики полупроводников; границы их применимости, применение законов в важнейших практических приложениях.</p> <p><u>Умеет</u>: использовать методы физического и математического моделирования, а также применения методов физико-математического анализа к решению конкретных естественнонаучных и технических проблем.</p> <p><u>Владеет</u>: навыками использования методов физического и математического моделирования в инженерной практике.</p> |
|----------------------|--|

Текущий контроль знаний осуществляется в лабораторном практикуме при выполнении конкретного опыта. Прежде, чем приступить к выполнению опыта, студент должен решить 5-6 задач, которые случайным образом «выдаёт» компьютерная программа. Задачи соответствуют теме лабораторного задания. Преподаватель задаёт ещё несколько дополнительных вопросов по теории исследуемого процесса и выставляет окончательную оценку.

Рубежный контроль уровня освоения учебной дисциплины обучающимися определяется по критериям: зачтено, не зачтено.

| Ступени уровней освоения компетенции | Отличительные признаки |
|--------------------------------------|--|
| 1 | 2 |
| зачтено | <p><u>Знает</u>: основные физические явления и основные законы физики полупроводников; основные физические величины и физические константы, фундаментальные физические опыты.</p> <p><u>Умеет</u>: использовать методы физического и математического моделирования, применять методы физико-математического анализа к решению конкретных естественнонаучных и технических проблем.</p> <p><u>Владеет</u>: навыками использования методов физического и математического моделирования в инженерной практике</p> |
| не зачтено | выставляется обучающемуся, не ориентирующемуся в учебном материале данной дисциплине, не знающему основные физические явления и основные законы физики полупроводников; основные физические величины и физические константы, фундаментальные физические опыты, не умеющему использовать методы физического и математического моделирования |

Вопросы для зачета

1. Кристаллические и аморфные тела. Анизотропия кристаллических твёрдых тел. Понятие о жидких кристаллах. Элементарная кристаллическая ячейка. Объём элементарной ячейки. Кристаллические системы или сингонии. Решетки Браве.
2. Индексы узлов, направлений и плоскостей в кристалле (индексы Миллера). Расстояние между узлами и период идентичности в кубических решётках. Угол между направлениями
3. Расстояние между соседними плоскостями. Физические типы кристаллов. Ионные кристаллы и ионная связь. Кристаллы NaCl и CsCl, координационное число и плотность упаковки.

4. Атомные кристаллы и ковалентная связь. Кристаллические структуры типа алмаза. Металлические кристаллы, структуры ОЦК и ГЦК; плотная гексагональная упаковка (ГПУ). Плотность упаковки в металлических кристаллах. Молекулярные кристаллы.
5. Упругие свойства твёрдых тел и их связь со строением кристаллической решетки. Дефекты в кристаллах и их влияние на физические свойства кристаллов. Тепловое движение в кристаллах.
6. Тепловые акустические волны. Фононы. Температура Дебая. Тепловое расширение тел. Объяснение механизма теплового расширения как следствия ангармоничности тепловых колебаний.
7. Теплоёмкость твёрдых тел. Классическая теория теплоёмкости, закон Дюлонга и Пти. Квантовая теория теплоёмкости. Модель твёрдого тела по Эйнштейну.
8. Формула Эйнштейна для молярной теплоёмкости. Теория Дебая. Закон кубов при низких температурах. Теплопроводность кристаллов. Решётчатая (фононная) и электронная теплопроводность.
9. Распределение Ферми. Энергия Ферми и её зависимость от температуры. Распределение электронов по энергиям. Условие вырождения электронного газа. Теплопроводность металлов.
10. Классическая электронная теория электропроводности металлов. Законы Ома, Джоуля-Ленца и Видемана-Франца в классической электронной теории.
11. Недостатки классической электронной теории металлов. Квантовая теория электропроводности металлов. Сверхпроводимость. Контактная разность потенциалов.
12. Прямой и обратный термоэлектрический эффект. Применение термоэлектрических явлений. Термоэлектронная эмиссия. Электронные приборы.
13. Энергетические зоны в кристаллах. Расположение зон в металлах и диэлектриках. Полупроводники
14. Энергетические зоны в собственных полупроводниках.
15. Электропроводность собственных полупроводников и её зависимость от температуры. Два типа примесей в полупроводниках. Примесная проводимость.
16. (P-n)-переход и его свойства. Полупроводниковый диод и его ВАХ.
17. Фотоэлектрические свойства полупроводников. Фотопроводимость. Фоторезисторы. Фотогальванический эффект. Фотодиоды и их применение.
18. Нанoeлектроника. МЕМС и НЭМС. Инструменты нанотехнологий. Биотехнологии и наномедицина.

Вопросы для экзамена

Не предусмотрен учебным планом

Тестовые задания по дисциплине (примеры)

1. Задание {{ 1 }} ТЗ № 1

Каков характерный признак твёрдого тела?

Твёрдость на ощупь

Сохранение формы

Правильная внешняя форма

Правильное расположение атомов, образующих кристалл

2. Задание {{ 2 }} ТЗ № 2

Какова характерная особенность молекулярной кристаллической решетки?

В узлах находятся нейтральные молекулы

В узлах находятся нейтральные атомы

В узлах находятся чередующиеся положительные и отрицательные ионы

В узлах находятся отрицательные ионы

3. Задание {{ 6 }} ТЗ № 6

Как осуществляется связь в молекулярной решетке?

Дисперсионным, ориентационным и индукционным взаимодействием.
Обменным взаимодействием, при котором атомы обмениваются электронами.
Электрическим взаимодействием положительных и отрицательных ионов.
Взаимодействием положительных ионов решетки с электронным газом.

4. Задание {{ 7 }} ТЗ № 7

Как осуществляется связь в атомной решетке?

Дисперсионным, ориентационным и индукционным взаимодействием.
Обменным взаимодействием, при котором атомы обмениваются электронами.
Электрическим взаимодействием положительных и отрицательных ионов.
Взаимодействием положительных ионов решетки с электронным газом.

1. Задание {{ 10 }} ТЗ № 10

Как называется связь в молекулярной решетке?

Гетерополярная.
Молекулярная связь силами Ван-дер-Ваальса.
Металлическая.
Гомеополярная (обменная)

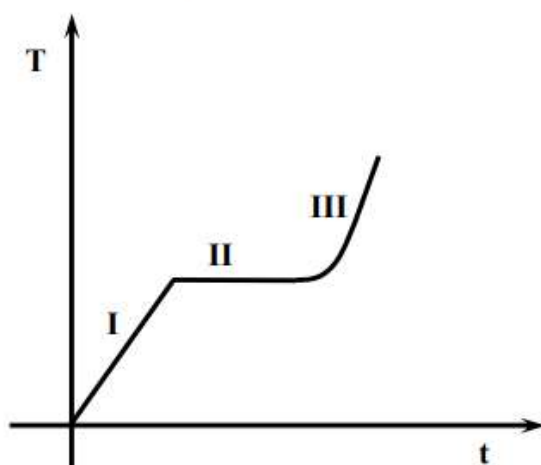
2. Задание {{ 11 }} ТЗ № 11

Как называется связь в атомных решетках?

Гетерополярная
Молекулярная связь силами Ван-дер-Ваальса
Металлическая
Гомеополярная (обменная)

15. Задание {{ 15 }} ТЗ № 15

Какой участок кривой плавления соответствует двухфазному состоянию?



- 1
- 2
- 3

16. Задание {{ 16 }} ТЗ № 16

Как меняется температура плавления большинства тел при повышении давления?

- Остаётся постоянной
- Повышается
- Понижается

17. Задание {{ 17 }} ТЗ № 17

Как меняется температура плавления льда и чугуна при повышении давления?

- Остаётся постоянной
- Повышается
- Понижается.

Полный комплект теста представлен:
<http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/InsertStatistika.aspx?IdResurs=10603&rashirenje=pdf>

14. Образовательные технологии

В лекционном изложении материала используется компьютерная программа для демонстрации различных явлений (в динамике). Все иллюстрации выводятся на большой экран, установленный в аудитории. Изменяя параметры явления (скорость, силу, массу, температуру, и т.д.) можно наблюдать особенности протекания процесса во времени и пространстве, влияние на него внешних параметров.

В состав ресурса входит программа визуальной интерактивной динамической иллюстрации физических понятий, процессов и явлений, применяемая при чтении курса лекций студентам различных технических специальностей вуза. Программа выполнена по

открытой интернет – технологии. Она представляет собой набор двухфреймовых HTML-документов, содержащих страницы с включением интерактивных Flash – фильмов с динамическими физическими моделями и страницу с математическим аппаратом по изучаемому разделу. Управление динамическими моделями осуществляется на основе вычислений по приведенным физическим моделям.

15. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Печатные и электронные издания

1. Смирнов, В. И. Физика полупроводниковых приборов : учебное пособие / В. И. Смирнов. — Ульяновск : Ульяновский государственный технический университет, 2022. — 204 с. — ISBN 978-5-9795-2198-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/129294.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
2. Сарина, М. П. Физика твердого тела : учебное пособие / М. П. Сарина. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. — 107 с. — ISBN 978-5-7782-3319-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/91466.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
3. Астапенко, Э. С. Полупроводниковые приборы и их применение : учебное пособие / Э. С. Астапенко, А. Н. Деренок. — Томск : Томский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2021. — 64 с. — ISBN 978-5-93057-976-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/123744.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
4. Филиппов, В. В. Физика полупроводниковых приборов : лабораторный практикум / В. В. Филиппов, С. В. Мицук. — Липецк : Липецкий государственный педагогический университет имени П.П. Семёнова-Тян-Шанского, 2016. — 124 с. — ISBN 978-5-88526-787-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/101071.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
5. Силовые полупроводниковые приборы : учебно-методическое пособие / А. Н. Решетников, А. В. Гейст, Р. Ю. Дубкова, А. Г. Волков. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. — 60 с. — ISBN 978-5-7782-3501-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/91421.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

16. Материально-техническое обеспечение

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 20 столов, 40 стульев; рабочее место преподавателя; маркерная доска; проектор BENQ 631, стационарный проекционный экран, системный блок (Atom2550/4Гб/500, клавиатура, мышь) подключенный в сеть с выходом в Интернет и доступом в информационно-образовательную среду ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины.

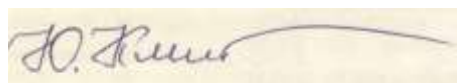
Программное обеспечение: Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint), Google Chrome.

Разработана программа и выложена в интернете для более глубокого изучения материала, представленного в лекционном изложении (<http://tfi.sstu.ru>).

1. Пат. 2009612722 Российская Федерация, МПК. Мультимедийное сопровождение курса лекций по дисциплине "Физика" раздел "Механика и молекулярная физика": Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ /Ставский Ю.В.; заявитель; патентообладатель Саратовский государственный технический университет.- № 2009611381; заявл. 1 апреля 2009 г.; опубл. 28.05.2009, Бюл. Программы для ЭВМ №2 2009 г. -с.238:

2. Пат. 2009612724 Российская Федерация, МПК. Мультимедийное сопровождение курса лекций по дисциплине "Физика" раздел "Оптика, атомная и ядерная физика": Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ /Ставский Ю.В.; заявитель; патентообладатель Саратовский государственный технический университет.- № 2009611383; заявл. 1 апреля 2009 г.; опубл. 28.05.2009, Бюл. Программы для ЭВМ №2 2009 г. -с.238

Рабочую программу
составил д.ф.-м.н.,
профессор



/Ю.В. Клинаев/

17. Дополнения и изменения в рабочей программе

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры

« ____ » _____ 20 ____ года, протокол № _____

Зав. кафедрой _____ / _____ /

Внесенные изменения утверждены на заседании УМКС/УМКН

« ____ » _____ 20 ____ года, протокол № _____

Председатель УМКС/УМКН _____ / _____ /