Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

 «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Естественные и математические науки»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине

**Б.1.3.2.1 «Физика полупроводников»**

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

Энгельс 2021

**1. Цели и задачи дисциплины**

Целями преподавания дисциплины «Физика полупроводников» 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 применяемости 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.1.3.2.1 «Физика полупроводников» относится к дисциплинам по выбору 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 применяемости, 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 общефизических 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 компентенции) |
| --- | --- |
| ОПК-1: способность применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности. | ИД-1ОПК-1 Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования. |
| ИД-2ОПК-1 Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и обще-инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования. |
| ИД-3ОПК-1 Имеет навыки теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности. |

| Код и наименование индикатора достижения компетенции | Наименование показателя оценивания(результата обучения по дисциплине) |
| --- | --- |
| ИД-1ОПК-1 Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования. | Знает основные физические явления и законы физики полупроводников; границы их применяемости, 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-2ОПК-1 Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и обще-инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования. | Умеет 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. |
| ИД-3ОПК-1 Имеет навыки теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности. | Владеет навыками использования основных общефизических 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**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| №Мо-ду-ля | №Недели | № Темы | Наименованиетемы | Часы |
|  |  |  |  | Всего | Лек-ции | Коллок-виумы | Лабора-торные | Прак-тичес-кие | СРС |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** |  | **8** | **9** |
| 1 |  | 1 | Строение твёрдого тела | 24 | 4 | - | - | 2 | 18 |
| 1 |  | 2 | Тепловые свойства твёрдых тел | 14 | 4 | - | - | 4 | 6 |
| 1 |  | 3 | Квантовая теория | 12 | 4 | - | - | 2 | 6 |
| 2 |  | 4 | Зонная теория | 21 | 3 | - | - | 8 | 10 |
| 2 |  | 5 | Наноэлектроника 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** | **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. | **1,6** |
| **2** | **4** | **3-4** | **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. | **1,6,2** |
| **3** | **4** | **5-6** | **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 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. | **4,5** |
| **4** | **3** | **7-8** | **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. | **7** |
| **5** | **1** | **8** | **Наноэлектроника и нанотехнологии.**Наноэлектроника. МЕМС м НЭМС. Инструменты нанотехнологии. Биотехнологии и наномедицина | **3** |
|  | **16** |  |  |  |

**6. Содержание коллоквиумов**

Не предусмотрены учебным планом

**7. Перечень практических занятий**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| №темы | Всегочасов | №занятия | Тема практического занятия. Задания, вопросы, отрабатываемые 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 |
| 1,4 | 2 | 4 | Исследование p –n перехода в полупроводниках. | 1,2,6,7 |
| 4 | 4 | 5-6 | Исследование внутреннего фотоэффекта в полупроводниках. | 1,2,7 |
| 3,4 | 2 | 7 | Исследование фотопроводимости полупроводников. | 1,2,7 |
| 4 | 2 | 8 | Изучение эффекта Холла. | 1,2,7 |
|  | **16** |  |  |  |

1. **Перечень лабораторных работ**

Не предусмотрены учебным планом

**9. Задания для самостоятельной работы студентов**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №темы | ВсегоЧасов | 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 |
|  | **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 | Техно- логии форми-рования | Средства и техноло- гииоценки |
| 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. | Студент должен **знать** основные физические явления и законы физики полупроводников; границы их применяемости, 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. | Лекции, практичес- киезанятия, СРС | Опрос, доклад,выступле- ние |
| 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.  | Лекции, практичес- киезанятия, СРС | Опрос, доклад,выступле-ние |
| Студент должен **владеть** навыками использования основных общефизических 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.. | Лекции, практичес- киезанятия, СРС | Демонстр ация практиче ских навыков |

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 освоениякомпетенции | Отличительные признаки |
| Пороговый(удовлетворительный) | Знает: основные физические явления и основные законы физики полупроводников, основные физические величины и физические константы, фундаментальные физические опыты. *Допускает существенные неточности при определении* границ применяемости физических законов физики полупрводников в важнейших практических приложений. Умеет: использовать методы физического и математического моделирования, примененять методы физико-математического анализа к решению конкретных естественнонаучных и технических проблем, *но неспособен правильно интерпретировать полученные результаты*.Владеет: навыками использования методов физического математического моделирования в инженерной практике, *но не может предложить альтернативные варианты решений*. |
| Продвинутый(хорошо) | Знает: основные физические явления и основные законы физики полупроводников; основные физические величины и физические константы, фундаментальные физические опыты. *Допускает некоторые неточности* при определении границ применяемости физических законов в важнейших практических приложений.Умеет: использовать методы физического и математического моделирования, примененять методы физико-математического анализа к решению конкретных естественнонаучных и технических проблем.Владеет: навыками использования методов физического и математического моделирования в инженерной практике, *но не может обосновать оптимальность предложенного решения*. |
| Высокий(отлично) | Знает: основные физические явления и основные законы физики полупрводников; границы их применяемости, применение законов в важнейших практических приложениях.Умеет: использовать методы физического и математического моделирования, а также применения методов физико-математического анализа к решению конкретных естественнонаучных и технических проблем.Владеет: навыками использования методов физического и математического моделирования в инженерной практике. |

**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 уровнейосвоения компетенции | Отличительные признаки |
| 1 | 2 |
| зачтено | Знает: основные физические явления и основные законы физики полупроводников; основные физические величины и физические константы, фундаментальные физические опыты. Умеет: использовать методы физического и математического моделирования, примененять методы физико-математического анализа к решению конкретных естественнонаучных и технических проблем.Владеет: навыками использования методов физического и математического моделирования в инженерной практике |
| 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. Наноэлектроника. МЕМС м НЭМС. Инстументы 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

1. **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)

1. **Задание {{ 11 }} ТЗ № 11**

Как называется связь в атомных решетках?

Гетерополярная

Молекулярная связь силами Ван-дер-Ваальса

Металлическая

Гомеополярная ( обменная)



Полный комплект теста представлен: <http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/InsertStatistika.aspx?IdResurs=10603&rashirenie=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. Арнольд, Зоммерфельд Механика / Зоммерфельд Арнольд ; перевод Т. Е. Тамм ; под редакцией Д. В. Сивухина. — 2-е изд. — Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. — 368 c. — ISBN 978-5-4344-0792-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/92052.html> (дата обращения: 21.04.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Арнольд, Зоммерфельд Термодинамика и статистическая физика / Зоммерфельд Арнольд ; перевод В. Л. Бонч-Бруевич, В. Б. Сандомирский. — Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. — 480 c. — ISBN 978-5-4344-0774-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/92115.html (дата обращения: 21.04.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
3. Драгунов, В. П. Микро- и наноэлектроника : учебное пособие / В. П. Драгунов, Д. И. Остертак. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2012. — 38 c. — ISBN 978-5-7782-2095-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/45107.html (дата обращения: 21.04.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
4. Краснопевцев, Е. А. Квантовая механика в приложениях к физике твердого тела : учебное пособие / Е. А. Краснопевцев. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. — 357 c. — ISBN 978-5-7782-3365-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/91725.htm> l (дата обращения: 21.04.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
5. Пайерлс, Рудольф Квантовая теория твердых тел / Рудольф Пайерлс ; перевод А. А. Абрикосов. — Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. — 260 c. — ISBN 978-5-4344-0718-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/92041.html> (дата обращения: 21.04.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
6. Физика, раздел «Механика» : учебно-методическое пособие для индивидуальной и самостоятельной работы студентов технических высших учебных заведений / В. Д. Александров, В. А. Сорока, О. В. Соболь [и др.]. — Макеевка : Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, ЭБС АСВ, 2019. — 71 c. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/99395.html> (дата обращения: 21.04.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
7. Филяк, М. М. Основные физические процессы в проводниках, полупроводниках и диэлектриках : учебное пособие / М. М. Филяк. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 134 c. — ISBN 978-5-7410-1188-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/54132.html (дата обращения: 21.04.2021). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

**16. Материально-техническое обеспечение**

**Лекции читаются в учебной аудитории для проведения занятий лекционного, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, у**комплектованной 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), GoogleChrome.

**Практические занятия проходят в учебной лаборатории «Оптика. Физика твердого тела», у**комплектованной специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 10 столов, 20 стульев; рабочее место преподавателя; меловая доска; установками Кольца Ньютона; дифракционная решетка; для изучения явления дифракции; проверки закона Малюса; для определения концентрации вещества в растворе по углу вращения плоскости поляризации; для определения яркостной температуры тела с помощью пирометра методом исчезающей нити; изучения явления внутреннего фотоэффекта (фоторезистор); прибором "Термодинамика звуковых колебаний".

**Текущий контроль знаний, промежуточная аттестация и самостоятельная работа студентов проходит в аудитории, у**комплектованной специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 10 столов, 10 стульев; рабочее место преподавателя; 10 компьютеров (Intel P4 /512 Мб/40 Гб), мониторы 17' Samsung, клавиатура, мышь) подключенных 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 XP, Microsoft Office 2010 (Word, ПО для обработки результатов и тестирования по физике), GoogleChrome.

*Программное обеспечение:*

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

1. Пат. 2009612725 Российская Федерация , МПК . Мультимедийное сопровождение курса лекций по дисциплине "Физика" раздел "Электричество и магнетизм": Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ /Ставский Ю.В. ; заявитель ; патентообладатель Саратовский государственный технический университет .-№ 2009611384 ; заявл. 1 апреля 2009 г. ; опубл. 28.05.2009, Бюл.Программы для ЭВМ №2 2009 г. .-с.238-239 :

2. 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 :

3. 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 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/Клинаев Ю.В./

Зав. библиотекой ­­\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/Дегтярева И.В./