

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.1.2.19 «Физические основы полупроводниковых приборов»

направления подготовки

09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

Профиль «Программное обеспечение средств вычислительной техники и  
автоматизированных систем»

форма обучения – заочная

курс – 3

семестр – 5

зачетных единиц – 2

всего часов – 72

в том числе:

лекции – 6

практические занятия – 4

лабораторные занятия – нет

самостоятельная работа – 62

зачет – 5 семестр

экзамен – нет

РГР – нет

курсовая работа – нет

курсовой проект – нет

контрольная работа – 5 семестр

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры ЕМН  
«27» июня 2022 года, протокол № 9

Заведующий кафедрой  /Жилина Е.В./

Рабочая программа обсуждена на УМКН ИВЧТ  
«27» июня 2022 года, протокол № 5

Председатель УМКН  /Жилина Е.В./

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целями преподавания дисциплины Б.1.2.19 «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 также выработки у студентов основ естественно-научного мировоззрения и ознакомления с историей развития физики полупроводников и основных её открытий.

**Задачами** курса 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.1.2.19 «Физические основы полупроводниковых приборов» относится к дисциплинам 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.

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

№ Мо-ду-ля	№ Неде-ли	№ Те-мы	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	Строение твёрдого тела	20	1	-	-	1	18
1	-	2	Тепловые свойства твёрдых тел	9	1	-	-	2	6
1	-	3	Квантовая теория	8	1	-	-	1	6
2	-	4	Зонная теория	15	1	-	-	4	10
2	-	5	Нанoeлектроника и нанотехнологии	2	2	-	-	-	-
			Выполнение контрольной работы	18	-	-	-	-	18
<b>Всего</b>				<b>72</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>62</b>

**5. Содержание лекционного курса**

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5

1	1	1	<p><b>Строение твёрдого тела.</b>  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	1	1	<p><b>Тепловые свойства твёрдых тел.</b>  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	1	2	<p><b>Квантовая теория.</b>  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.</p>	4,5

			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.	
<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>Зонная теория.</b> 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. (Р-п)-переход и его свойства. Полупроводниковый диод и его ВАХ. Фотоэлектрические свойства полупроводников. Фотопроводимость. Фоторезисторы. Фотогальванический эффект. Фотодиоды и их применение.	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>Наноэлектроника и нанотехнологии.</b> Наноэлектроника. МЕМС и НЭМС. Инструменты нанотехнологии. Биотехнологии и наномедицина	<b>3</b>
	<b>6</b>			

### 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	1	1	Определение удельной термоэлектродвижущей силы.	1,2,6
2,3	1	1-2	Изучение температурной зависимости сопротивления полупроводников.	1,2,6,8
1,4	1	2	Исследование р –n перехода в полупроводниках.	1,2,6,7,8
4	1	3	Исследование внутреннего фотоэффекта в полупроводниках.	1,2,7,8
4	1	4	Изучение эффекта Холла.	1,2,7,8
	<b>4</b>			

### 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	14	Энергетические зоны в кристаллах. Расположение зон в металлах и диэлектриках. Полупроводники. Энергетические зоны в собственных полупроводниках.	7,8
	18	Выполнение контрольной работы	
	<b>62</b>		

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 <b>знать:</b> 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 <b>уметь</b> 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 <b>владеть</b> 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	<p style="text-align: center;">Формулировка:</p> <p>способность применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности</p>
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>
----------------------	--

**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

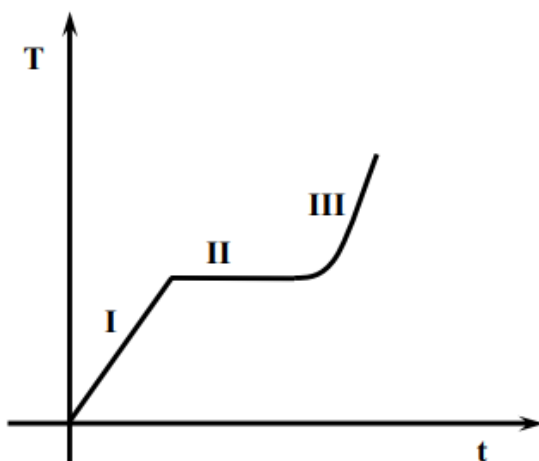
Молекулярная связь силами Ван-дер-Ваальса

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. 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 с. — 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 с. — 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 с. — 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 с. — ISBN 978-5-7782-3365-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/91725.htm> (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 с. — 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. Соболев [и др.]. — Макеевка : Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, ЭБС АСВ, 2019. — 71 с. — 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 с. — 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
8. Клинаев Ю.В., Старухин П.Ю., Терин Д.В., Элькин П.М. Лабораторный практикум «Физика полупроводников»: Учебно-методическое пособие – под ред. д.ф.-м.н.,

## 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.

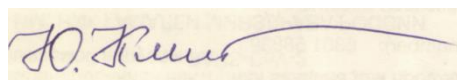
Программное обеспечение: Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint), Google Chrome.

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 \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /