

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Дальневосточный государственный университет путей сообщения"  
(ДВГУПС)

УТВЕРЖДАЮ

Зав.кафедрой

(к911) Физика и теоретическая  
механика



Сюй А.В., канд. физ.-  
мат. наук, доцент

05.06.2023

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины **Физика конденсированного состояния**

1.3.8. Физика конденсированного состояния

Составитель(и): докт. физ.-мат. наук, Профессор, Пячин С.А.

Обсуждена на заседании кафедры: (к911) Физика и теоретическая механика

Протокол от 31.05.2023г. № 5

Обсуждена на заседании методической комиссии по родственным направлениям и специальностям: Протокол

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель МК РНС

\_\_ \_\_\_\_ 2024 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры  
(к911) Физика и теоретическая механика

Протокол от \_\_\_\_ 2024 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой Сью А.В., канд. физ.-мат. наук, доцент

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель МК РНС

\_\_ \_\_\_\_ 2025 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры  
(к911) Физика и теоретическая механика

Протокол от \_\_\_\_ 2025 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой Сью А.В., канд. физ.-мат. наук, доцент

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель МК РНС

\_\_ \_\_\_\_ 2026 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры  
(к911) Физика и теоретическая механика

Протокол от \_\_\_\_ 2026 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой Сью А.В., канд. физ.-мат. наук, доцент

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель МК РНС

\_\_ \_\_\_\_ 2027 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры  
(к911) Физика и теоретическая механика

Протокол от \_\_\_\_ 2027 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой Сью А.В., канд. физ.-мат. наук, доцент

Рабочая программа дисциплины Физика конденсированного состояния  
разработана в соответствии с ФГОС, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 20.10.2021 № 951

Форма обучения **очная**

**ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 144 Виды контроля в семестрах:

в том числе:

контактная работа 64

самостоятельная работа 80

#### Распределение часов дисциплины по семестрам (курсам)

Семестр (<Курс>.<Семес тр на курсе>)	2 (1.2)		3 (2.1)		Итого	
	Неделя		5			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп	уп	рп
Лекции	16	16	16	16	32	32
Практические	16	16	16	16	32	32
Итого ауд.	32	32	32	32	64	64
Контактная работа	32	32	32	32	64	64
Сам. работа	40	40	40	40	80	80
Итого	72	72	72	72	144	144

**1. АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1.1	Физические свойства твердых тел, определяемые силами межатомного взаимодействия. Кристаллическая решетка. Анизотропия кристаллов. Дефекты кристаллической решетки. Механические свойства твердых тел. Упругая деформация и закон Гука. Закономерности пластической деформации. Прочность твердых тел. Квантовые статистики Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Фононный газ. Теории теплопроводности Дебая и Эйнштейна. Элементы теории теплопроводности твердых тел. Теплоемкость и теплопроводность анизотропных тел. Уравнение Шредингера. Приближение самосогласованного поля. Одноэлектронное приближение. Оператор трансляции. Функции Блоха. Область определения волнового вектора и его дискретность. Зонная теория твердых тел. Статистика электронов в металлах. Собственные и примесные полупроводники. Статистика электронов и дырок в полупроводниках. Поверхностные явления. Контактные явления. Контактная разность потенциалов. Работа выхода. Контакт металл-металл. Контакт металл-полупроводник. P-n переход. Диод. Транзистор. Гетероструктуры. Неравновесные явления в полупроводниках. Классическая и квантовая теория дисперсии световых волн. Поглощение света. Спектры собственного и примесного поглощения. Люминесценция. Фоторезисторы, фотодиоды и светодиоды. Полупроводниковые лазеры. Распространение световых волн в оптических кристаллах. Оптическая анизотропия. Рассеяние света в твердых телах. Электрооптические, нелинейно-оптические и фотоэлектрические эффекты в твердых телах.
-----	---

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Код дисциплины:	2.1.4
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Зачет по методике написания научной работы и организация научных исследований
2.1.2	Методика написания научной работы и организация научных исследований
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Отчет о подготовке публикаций и (или) заявок на патенты
2.2.2	Зачет по педагогической практике
2.2.3	Педагогическая практика

**3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

<b>УК-1: способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</b>
<b>Знать:</b>
<b>Уметь:</b>
<b>Владеть:</b>

**ОПК-1: способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий**

<b>Знать:</b>
<b>Уметь:</b>
<b>Владеть:</b>

**4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	<b>Раздел 1.</b>						
1.1	Понятие о кристаллических телах. Типы связи в твердых телах. Физические свойства твердых тел, определяемые силами межатомного взаимодействия /Лек/	2	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	0	
1.2	Элементы кристаллографии. Кристаллическая решетка. Анизотропия кристаллов /Лек/	2	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	0	

1.3	Механические свойства твердых тел /Лек/	2	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	0	
1.4	Дефекты кристаллической решетки. Упругая деформация и закон Гука. Закономерности пластической деформации. Прочность твердых тел /Лек/	2	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	0	
1.5	Классическая статистика микрочастиц. Квантовые статистики Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака /Лек/	2	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	0	
1.6	Колебания и волны в кристаллической решетке. Фононный газ /Лек/	2	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	0	
1.7	Тепловые свойства твердых тел. Теории теплопроводности Дебая и Эйнштейна. Элементы теории теплопроводности твердых тел. Теплоемкость и теплопроводность анизотропных тел. /Лек/	2	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	0	
1.8	Уравнение Шредингера. Приближение самосогласованного поля. Одноэлектронное приближение. Оператор трансляции. Функции Блоха. Область определения волнового вектора и его дискретность. Зонная теория твердых тел. /Лек/	2	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	0	
1.9	Статистика электронов в металлах. Электрические свойства металлов. /Лек/	3	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	0	
1.10	Собственные и примесные полупроводники. Статистика электронов и дырок в полупроводниках. Электрические свойства полупроводников /Лек/	3	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	0	
1.11	Поверхностные явления. Контактные явления. Контактная разность потенциалов. Работа выхода. Контакт металл-металл. Контакт металл-полупроводник. P-n переход. Диод. Транзистор. Гетероструктуры. Неравновесные явления в полупроводниках. /Лек/	3	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	0	
1.12	Понятие фазы вещества в термодинамике и физике конденсированного состояния. Фазовые переходы /Лек/	3	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	0	
1.13	Свойства диэлектриков. Поляризация диэлектриков. Сегнетоэлектрики /Лек/	3	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	0	
1.14	Магнитные свойства твердых тел 1. Магнитное поле в веществе. Классификация магнетиков. Теория диа- и парамагнетизма /Лек/	3	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	0	
1.15	Магнитные свойства твердых тел 2. Ферромагнетики, антиферромагнетики, ферриты. /Лек/	3	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	0	

1.16	Оптические свойства твердых тел 1. Классическая и квантовая теория дисперсии световых волн /Лек/	3	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	0	
1.17	Оптические свойства твердых тел 2. Поглощение и рассеяние света в твердых телах. Спектры собственного и примесного поглощения. /Лек/	3	0	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	0	
1.18	Оптические свойства твердых тел 3. Распространение световых волн в оптических кристаллах. Оптическая анизотропия. /Лек/	3	0	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	0	
1.19	Оптические свойства твердых тел 4. Оптические переходы в твердых телах. Фоторезисторы, фотодиоды и светодиоды. Люминесценция /Лек/	3	0	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	0	
1.20	Оптические свойства твердых тел 5. Вынужденное излучение. Полупроводниковые лазеры. Электрооптические, нелинейно-оптические и фотоэлектрические эффекты в твердых телах. /Лек/	3	0	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	0	
	<b>Раздел 2.</b>						
2.1	Типы связи в твердых телах /Пр/	2	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	0	
2.2	Элементы кристаллографии /Пр/	2	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	0	
2.3	Механические свойства твердых тел /Пр/	2	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	0	
2.4	Дефекты в кристаллах. Прочность твердых тел /Пр/	2	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	0	
2.5	Классическая статистика микрочастиц. Статистики Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака /Пр/	2	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	0	
2.6	Колебания и волны в кристаллической решетке /Пр/	2	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	0	
2.7	Тепловые свойства твердых тел /Пр/	2	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	0	
2.8	Энергетический спектр твердого тела. Электроны в периодическом потенциале. Теория энергетических зон /Пр/	2	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	0	
2.9	Электрические свойства металлов /Пр/	3	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	0	
2.10	Электрические свойства полупроводников /Пр/	3	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	0	

2.11	Поверхностные и контактные явления в металлах и полупроводниках /Пр/	3	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	0	
2.12	Фазовые переходы /Пр/	3	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	0	
2.13	Свойства диэлектриков. Поляризация диэлектриков. Сегнетоэлектрики /Пр/	3	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	0	
2.14	Магнитные свойства твердых тел 1. Магнитное поле в веществе. Классификация магнетиков. Теория диа- и парамагнетизма /Пр/	3	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	0	
2.15	Магнитные свойства твердых тел 2. Ферромагнетики, антиферромагнетики, ферриты. /Пр/	3	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	0	
2.16	Оптические свойства твердых тел 1. Классическая электронная теория дисперсии. Выводы квантовой теории дисперсии. /Пр/	3	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	0	
2.17	Оптические свойства твердых тел 2. Поглощение и рассеяние света в твердых телах. /Пр/	3	0	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	0	
2.18	Оптические свойства твердых тел 3. Оптические волны в анизотропных средах /Пр/	3	0	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	0	
2.19	Оптические свойства твердых тел 4. Оптические переходы в твердых телах. Фотопроводимость, фотоэффект в p-n-переходах. Люминесценция твердых тел /Пр/	3	0	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	0	
2.20	Оптические свойства твердых тел 5. Вынужденное излучение. Лазеры. Основы нелинейной оптики /Пр/	3	0	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	0	
	<b>Раздел 3.</b>						
3.1	Изучение теоретического материала по основам кристаллофизики и кристаллографии по учебной и учебно-методической литературе /Ср/	2	12	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	0	
3.2	Изучение теоретического материала по квантовой статистике, тепловым и электрическим свойствам твердых тел по учебной и учебно-методической литературе /Ср/	3	8	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Э2	0	
3.3	Изучение теоретического материала по магнитным свойствам твердых тел и теории сверхпроводимости по учебной и учебно-методической литературе /Ср/	2	12	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Э2	0	
3.4	отработка навыков решения задач по темам практических занятий /Ср/	2	6	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	0	
3.5	выполнение заданий /Ср/	2	6	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	0	

3.6	Подготовка к участию в семинарах. Ознакомление с темой семинара по учебной и учебно-методической литературе, по дополнительным литературным источникам /Ср/	3	6	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	0	
3.7	подготовка к промежуточному тестированию /Ср/	2	4	ОПК-1	Э2	0	
3.8	выполнение заданий /Ср/	3	6	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	0	
3.9	Изучение теоретического материала по учебной и учебно-методической литературе; /Ср/	3	6	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	0	
3.10	отработка навыков решения задач по темам практических занятий; /Ср/	3	6	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	0	
3.11	Подготовка к экзамену /Ср/	3	8	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	0	
<b>Раздел 3. Контроль</b>							

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Размещены в приложении

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Перечень основной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Сирота Д.И.	Физика твердого тела: Сборник задач с подробными решениями: учеб. пособие	Москва: Либроком, 2016,
Л1.2	Корнилович А. А., Ознобихин В. И., Суханов И. И., Холявко В. Н.	Физика твердого тела	Новосибирск: НГТУ, 2012, <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=228969">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=228969</a>

#### 6.1.2. Перечень дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Павлов П.В., Хохлов А.Ф.	Физика твердого тела: Учеб.	Москва: Высш. шк., 2000,
Л2.2	Максименко В.А.	Физика твердого тела: курс лекций	Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2016,
Л2.3	Максименко В.А.	Введение в современную физику твердого тела: курс лекций	Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2017,
Л2.4	Фалеев Д.С., Максименко В.А.	Современная физика твердого тела: учеб.-метод. пособие по решению задач	Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2019,

#### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Э1	На сайте размещаются материалы о научно-технических, производственных, экономических и образовательных аспектах физики конденсированного состояния.	<a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>
Э2	На сайте размещаются материалы о научно-технических, производственных, экономических и образовательных аспектах физики конденсированного состояния.	<a href="http://books.ifmo.ru">http://books.ifmo.ru</a>

#### 6.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

##### 6.3.1 Перечень программного обеспечения

ABYY FineReader 11 Corporate Edition - Программа для распознавания текста, договор СЛ-46

Mathcad Education - University Edition - Математический пакет, контракт 410
Matlab Базовая конфигурация (Academic new Product Concurrent License в составе: (Matlab, Simulink, Partial Differential Equation Toolbox) - Математический пакет, контракт 410
Visio Pro 2007 - Векторный графический редактор, редактор диаграмм и блок-схем, лиц.45525415
WinRAR - Архиватор, лиц. LO9-2108, б/с
Антивирус Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Расширенный Russian Edition - Антивирусная защита, контракт 469 ДВГУПС
Антиплагиат - Система автоматической проверки текстов на наличие заимствований из общедоступных сетевых источников, контракт 12724018158180000974/830 ДВГУПС
АСТ тест - Комплекс программ для создания банков тестовых заданий, организации и проведения сеансов тестирования, лиц. АСТ.РМ.А096.Л08018.04, дог.372
Windows 10 - Операционная система, лиц.1203984219
Adobe Reader, свободно распространяемое ПО
Free Conference Call (свободная лицензия)
Zoom (свободная лицензия)
<b>6.3.2 Перечень информационных справочных систем</b>
Профессиональная база данных, информационно-справочная система Гарант - <a href="http://www.garant.ru">http://www.garant.ru</a>
Профессиональная база данных, информационно-справочная система КонсультантПлюс - <a href="http://www.consultant.ru">http://www.consultant.ru</a>

### 7. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Аудитория	Назначение	Оснащение
3317	Помещения для самостоятельной работы обучающихся. Читальный зал НТБ	Тематические плакаты, столы, стулья, стеллажи Компьютерная техника с возможностью подключения к сети Интернет, свободному доступу в ЭБС и ЭИОС.
3532	Учебная аудитория для проведения практических и лабораторных занятий. Лаборатория «Спецкурс»	установка "Измерение показателя преломления стекла интерференционным методом" ФПВ-05-2-1, установка "Изучение пространственной когерентности по схеме Юнга" ФПВ-05-2-4, установка "Изучение дифракции света от двух щелей" ФПВ-05-3-2, тематические плакаты, комплект учебной мебели
3537	Учебная аудитория для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	комплект учебной мебели: столы, стулья, доска. Установка для определения длины пробега частиц в воздухе (определение длины пробега Альфа-частиц) ФПК-03 2 шт, Установка для изучения р-п перехода ФПК-06 2 шт, Установка для изучения температурной зависимости электропроводности металлов и полупроводников ФПК-07, Установка для изучения спектра атома водорода ФПК-09, Монохроматор МУМ (для ФПК-09), Установка для излучения космических лучей ФПК-01, Установка для изучения энергетического спектра электронов (изучение Бета - радиоактивности) ФПК-05, Установка для изучения и анализа свойств материалов с помощью сцинтилляционного счетчика (изучение Гамма – радиоактивных элементов) ФПК-13, Установка для определения резонансного потенциала методом Франка и Герца ФПК-02, тематические плакаты, тематические плакаты
3434	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	комплект учебной мебели: столы, стулья, интерактивная доска, проектор, тематические плакаты, ноутбук

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

- 1.1. Содержание семинаров по дисциплине (могут включаться в лекционные и практические занятия в качестве интерактивного элемента обучения)
- Семинар по теме: «Проблемы и задачи физики конденсированного состояния»  
Этапы развития физики конденсированного состояния, физика конденсированного состояния во взаимосвязи научных направлений, научные парадигмы физики конденсированного состояния; прикладное значение физики конденсированного состояния.
  - Семинар по теме: «Проблемы интерпретации физических свойств твердых тел из первых принципов»  
Проблема взаимосвязи физических свойств и структуры конденсированного состояния, исследования материалов с ближним порядком структуры.
  - Семинар по теме: «Распространение оптических волн в анизотропных средах».  
Естественная и искусственная оптическая анизотропия, коноскопические методы исследования структуры одноосных кристаллов; методы поляризационной интерферометрии, исследование фотоупругости стекол и пластиков;
  - Семинар по теме: «Оптические пространственные солитоны в оптически-нелинейных средах»  
Понятие солитона, основные свойства солитонов, базовая модель, свойства и разновидности солитонов, способы

экспериментального создания и изучения пространственных солитонов, применение пространственных солитонов в современных оптических технологиях;

#### 1.2. Методические рекомендации к практическим занятиям

Проведение практических занятий. В течение практического занятия студенту необходимо выполнить задания, выданные преподавателем, для этого при подготовке к практическим занятиям студентам необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой с учетом рекомендаций преподавателя и требований учебной программы.

Выполнение расчетно-графической работы. При выполнении расчетно-графической работы студенту необходимо изучить методические указания по выполнению расчетно-графической работы. Изучить соответствующую литературу.

Защита расчетно-графической работы. Отчёт о проделанной расчетно-графической работе должен быть представлен к сдаче на 14-ой неделе и является необходимым условием для допуска к экзамену. Защита производится в виде индивидуального собеседования с каждым студентом по теоретической и практической частям выполненной работы.

Ответы на поставленные вопросы студент дает в устной или письменной форме.

#### 1.3. Методические рекомендации к подготовке студентов к лекционным занятиям

В ходе лекционных занятий студенту необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

#### 1.4. Методические рекомендации для подготовки студентов к лабораторным занятиям

Для подготовки к лабораторным занятиям студенты должны оформить бланк для выполнения лабораторной работы (заготовку). Оформление производится в соответствии с указаниями преподавателя и соответствующей учебно-методической литературы. Основные элементы заготовки: титульный лист, раздел с указанными целью работы и лабораторным оборудованием, краткая теория, метод работы, порядок выполнения работы, таблица. Студенты готовятся к сдаче лабораторных работ, изучая теорию и метод работы, используя основную, дополнительную и методическую литературу по данной лабораторной работе.

#### 1.5. Методические рекомендации для подготовки к экзамену

При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, образовательные Интернет-ресурсы. Студенту рекомендуется также в начале учебного курса познакомиться со следующей учебно-методической документацией:

- программой дисциплины;
- перечнем знаний и умений, которыми студент должен владеть;
- тематическими планами практических занятий;
- учебниками, пособиями по дисциплине, а также электронными ресурсами;
- перечнем вопросов к экзамену.

После этого у студента должно сформироваться четкое представление об объеме и характере знаний и умений, которыми надо будет овладеть в процессе освоения дисциплины. Систематическое выполнение учебной работы на практических занятиях позволит успешно освоить дисциплину и создать хорошую базу для сдачи экзамена.

#### 1.6. Самостоятельная работа студентов

##### 1.6.1. Виды самостоятельной работы студентов и их состав

- изучение теоретического материала по учебной и учебно-методической литературе;
- подготовка к выполнению и сдаче лабораторных работ
- отработка навыков решения задач по темам практических занятий;
- выполнение и оформление расчетно-графической работы;
- подготовка к защите расчетно-графической работы;
- подготовка к промежуточному и итоговому тестированию по отдельным разделам и всему курсу;
- подготовка к экзамену.

##### 1.6.2. Перечень расчетно-графических работ

Работа 1. 3 семестр. Теплоемкость кристалла. Элементы квантовой статистики. Теория энергетических зон.

Полупроводники

Работа 2. 4 семестр. Поверхностные и контактные явления. Магнитные свойства твердых тел. Оптические свойства твердых тел

##### 1.6.3. Содержание расчетно-графических работ

Работа 1. Краткая аннотация работы.

Решение задач по темам: типы кристаллических решеток, энергия квантового осциллятора, предельный закон Дебая, распределение электронов по энергиям в металле, энергия Ферми.

Работа 2. Краткая аннотация работы.

Решение задач по темам: удельная проводимость собственных и примесных полупроводников, сила тока в p-n – переходе, контактные и термоэлектрические явления, диа- и парамагнетики, поглощение света в твердых телах, оптические переходы в твердых телах, оптические квантовые генераторы.

#### 1.6.4. Вопросы к расчетно-графическим работам

##### Работа 1.

1. Типы межатомной связи в твердых телах.
2. Основные различия кристаллических и аморфных тел.
3. Типы кристаллических решеток.
4. Операции симметрии. Точечные группы симметрии. Типы сингоний.
5. Индексы Миллера
6. Квантовая статистика Бозе-Эйнштейна.
7. Фононы. Температура Дебая.
11. Теплоемкость кристаллов. Теплопроводность кристаллов
13. Квантовая статистика Ферми-Дирака
14. Зонная теория твердого тела
15. Электропроводность металлов
16. Полупроводники. Зависимость электропроводности от температуры
17. Электропроводность собственных полупроводников
18. Неравновесная электропроводность полупроводников
19. Контактные явления в полупроводниках и металлах.
22. Полупроводниковый диод, рп - переход

##### Работа 2.

1. Магнитные свойства твердых тел Парамагнетики. Диамагнетики
2. Ферромагнетики. Температура Кюри. Домены. Петля гистерезиса
3. Поглощение света в твердых телах. Формула Бугера - Ламберта
4. Упругое рассеяние света в твердых телах. Релеевское рассеяние
5. Неупругое рассеяние света в твердых телах.
6. Рамановское рассеяние.
7. Рассеяние Мандельштама - Бриллюэна
8. Оптическая анизотропия. Обыкновенный и необыкновенный показатели преломления в одноосных кристаллах
9. Принципы работы твердотельных лазеров
10. Классическая электронная теория дисперсии световых волн.
11. Квантовая теория дисперсии световых волн
12. Фоторезисторы. Фотопроводимость
13. Фотодиоды. Фото- ЭДС
14. Вентильный режим работы фотодиода
15. Светодиоды
16. Виды жидких кристаллов

#### 1.7. Методические рекомендации для подготовки к защите РГР.

Выполнение РГР осуществляется в домашних условиях. Для защиты РГР студент самостоятельно изучает вопросы соответствующего раздела теории, повторяет физические законы и явления, необходимые для решения конкретной задачи. Защита РГР происходит на консультации, в установленное преподавателем время. Положительная отметка, полученная студентом при защите, выступает необходимой составляющей для допуска к экзамену по данной дисциплине.

#### 1.8. Методические указания для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обеспечение обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья печатными и электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Студенты с ограниченными возможностями здоровья, в отличие от остальных студентов, имеют свои специфические особенности восприятия, переработки материала. Подбор и разработка учебных материалов по дисциплине Физика конденсированного состояния производится с учетом того, чтобы предоставлять этот материал в различных формах так, чтобы инвалиды с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально (например, с использованием программ-синтезаторов речи).

Для освоения дисциплины будут использованы лекционные аудитории, оснащенные досками для письма, мультимедийное оборудование: проектор, проекционный экран. Для проведения семинарских (практических) занятий - мультимедийное оборудование: проектор, проекционный экран.

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения:

- лекционная аудитория: мультимедийное оборудование, источники питания для индивидуальных технических средств;
- учебная аудитория для практических занятий (семинаров): мультимедийное оборудование;
- аудитория для самостоятельной работы: стандартные рабочие места с персональными компьютерами.

В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусмотрено соответствующее количество мест для обучающихся с учетом ограничений их здоровья.

Для обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрено обслуживание по межбиблиотечному абонементу (МБА) с Хабаровской краевой специализированной библиотекой для слепых. По запросу пользователей НТБ инвалидов по зрению, осуществляется информационно-библиотечное обслуживание, доставка и выдача для работы в читальном зале книг в специализированных форматах для слепых.

Разработка при необходимости индивидуальных учебных планов и индивидуальных графиков обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Обучающиеся инвалиды, могут обучаться по индивидуальному учебному плану в установленные сроки с учетом особенностей и образовательных потребностей конкретного обучающегося.

Под индивидуальной работой подразумевается две формы взаимодействия с преподавателем: индивидуальная учебная работа (консультации), т.е. дополнительное разъяснение учебного материала и углубленное изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы, и индивидуальная воспитательная работа. Индивидуальные консультации по предмету становятся важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.

При составлении индивидуального графика обучения необходимо предусмотреть различные варианты проведения занятий: в академической группе и индивидуально, на дому с использованием дистанционных образовательных технологий.

## Оценочные материалы при формировании рабочих программ дисциплин (модулей)

**Направление: 1.3.8. Физика конденсированного состояния**

**Направленность (профиль):**

**Дисциплина: Физика конденсированного состояния**

**Формируемые компетенции:**

**1. Описание показателей, критериев и шкал оценивания компетенций.**

Показатели и критерии оценивания компетенций

Объект оценки	Уровни сформированности компетенций	Критерий оценивания результатов обучения
Обучающийся	Низкий уровень Пороговый уровень Повышенный уровень Высокий уровень	Уровень результатов обучения не ниже порогового

Описание шкал оценивания

Компетенции обучающегося оцениваются следующим образом:

Планируемый уровень результатов освоения	Содержание шкалы оценивания достигнутого уровня результата обучения			
	Неудовлетворительн	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
	Не зачтено	Зачтено	Зачтено	Зачтено
Знать	Неспособность обучающегося самостоятельно продемонстрировать наличие знаний при решении заданий, которые были представлены преподавателем вместе с образцом их решения.	Обучающийся способен самостоятельно продемонстрировать наличие знаний при решении заданий, которые были представлены преподавателем вместе с образцом их решения.	Обучающийся демонстрирует способность к самостоятельному применению знаний при решении заданий, аналогичных тем, которые представлял преподаватель, и при его консультативной	Обучающийся демонстрирует способность к самостоятельно-му применению знаний в выборе способа решения неизвестных или нестандартных заданий и при консультативной поддержке в части междисциплинарных
Уметь	Отсутствие у обучающегося самостоятельности в применении умений по использованию методов освоения учебной дисциплины.	Обучающийся демонстрирует самостоятельность в применении умений решения учебных заданий в полном соответствии с образцом, данным преподавателем.	Обучающийся продемонстрирует самостоятельное применение умений решения заданий, аналогичных тем, которые представлял преподаватель, и при его консультативной поддержке в части современных проблем.	Обучающийся демонстрирует самостоятельное применение умений решения неизвестных или нестандартных заданий и при консультативной поддержке преподавателя в части междисциплинарных связей.

Владеть	Неспособность самостоятельно проявить навык решения поставленной задачи по стандартному образцу повторно.	Обучающийся демонстрирует самостоятельность в применении навыка по заданиям, решение которых было показано преподавателем.	Обучающийся демонстрирует самостоятельное применение навыка решения заданий, аналогичных тем, которые представлял преподаватель, и при его консультативной поддержке в части современных проблем.	Обучающийся демонстрирует самостоятельное применение навыка решения неизвестных или нестандартных заданий и при консультативной поддержке преподавателя в части междисциплинарных связей.
---------	---	--	---	---

**2. Перечень вопросов и задач к экзаменам, зачетам, курсовому проектированию, лабораторным занятиям. Образец экзаменационного билета**

**3. Тестовые задания. Оценка по результатам тестирования.**

Полный комплект тестовых заданий в корпоративной тестовой оболочке АСТ размещен на сервере УИТ ДВГУПС, а также на сайте Университета в разделе СДО ДВГУПС (образовательная среда в личном кабинете преподавателя).

Соответствие между бальной системой и системой оценивания по результатам тестирования устанавливается посредством следующей таблицы:

Объект оценки	Показатели оценивания результатов обучения	Оценка	Уровень результатов обучения
Обучающийся	60 баллов и менее	«Неудовлетворительно»	Низкий уровень
	74 – 61 баллов	«Удовлетворительно»	Пороговый уровень
	84 – 75 баллов	«Хорошо»	Повышенный уровень
	100 – 85 баллов	«Отлично»	Высокий уровень

**4. Оценка ответа обучающегося на вопросы, задачу (задание) экзаменационного билета, зачета, курсового проектирования.**

Оценка ответа обучающегося на вопросы, задачу (задание) экзаменационного билета, зачета

Элементы оценивания	Содержание шкалы оценивания			
	Неудовлетворительн	Удовлетворитель	Хорошо	Отлично
	Не зачтено	Зачтено	Зачтено	Зачтено
Соответствие ответов формулировкам вопросов (заданий)	Полное несоответствие по всем вопросам.	Значительные погрешности.	Незначительные погрешности.	Полное соответствие.
Структура, последовательность и логика ответа. Умение четко, понятно, грамотно и свободно излагать свои мысли	Полное несоответствие критерию.	Значительное несоответствие критерию.	Незначительное несоответствие критерию.	Соответствие критерию при ответе на все вопросы.

Знание нормативных, правовых документов и специальной литературы	Полное незнание нормативной и правовой базы и специальной литературы	Имеют место существенные упущения (незнание большей части из документов и специальной литературы по названию, содержанию и т.д.).	Имеют место несущественные упущения и незнание отдельных (единичных) работ из числа обязательной литературы.	Полное соответствие данному критерию ответов на все вопросы.
Умение увязывать теорию с практикой, в том числе в области профессиональной работы	Умение связать теорию с практикой работы не проявляется.	Умение связать вопросы теории и практики проявляется редко.	Умение связать вопросы теории и практики в основном проявляется.	Полное соответствие данному критерию. Способность интегрировать знания и привлекать сведения из различных научных сфер.
Качество ответов на дополнительные вопросы	На все дополнительные вопросы преподавателя даны неверные ответы.	Ответы на большую часть дополнительных вопросов преподавателя даны неверно.	1. Даны неполные ответы на дополнительные вопросы преподавателя. 2. Дан один неверный ответ на дополнительные вопросы преподавателя.	Даны верные ответы на все дополнительные вопросы преподавателя.

Примечание: итоговая оценка формируется как средняя арифметическая результатов элементов оценивания.