

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Амурский государственный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и научной работе

*А.В. Лейфа*  
А.В. Лейфа

« 21 » *май* 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
**Физика твердого тела**  
(наименование учебной дисциплины/модуля)

Направление подготовки 03.03.02 – «Физика»  
Квалификация выпускника: бакалавр  
Программа подготовки: академический бакалавриат

Год набора: 2020 г.  
Форма обучения: очная  
Курс III, IV Семестр 6, 7

Экзамен 6, 7, 72 (акад. час.)  
(семестр)

Лекции 32 (акад. час.)  
Практические занятия 68 (акад. час.)  
Самостоятельная работа 80 (акад. час.)  
Общая трудоемкость дисциплины 252 (акад. час.), 7 (з.е.)

Составитель Е.В. Стукова, профессор, доктор физ.-мат. наук.  
(И.О.Ф., должность, ученое звание)

Факультет инженерно-физический  
Кафедра физики

Благовещенск 2020г.



## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью** освоения учебной дисциплины «Физика твердого тела» является формирование у обучающихся компетенций в процессе освоения необходимого объема фундаментальных знаний в области физики твердого тела.

### **Задачи:**

- 1) формирование представлений об основных понятиях и идеях физики твердого тела и методах решения задач;
- 2) демонстрация способов применения этих представлений в различных областях науки и техники
- 3) знакомство студентов с экспериментальными и теоретическими методами, применяемыми при исследованиях в этой области...

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО:

Дисциплина «Физика твердого тела» входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

Для освоения дисциплины необходимо знать:

- 1) курс общей физики;
- 2) дисциплины модуля «Теоретическая физики».

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач (ОПК-3);

способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1);

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать** современное состояние физики конденсированного состояния; основные теоретические и экспериментальные направления исследований в физике твердого тела; прикладное значение физики твердого тела; ключевые проблемные вопросы физики твердого тела основы традиционных подходов физики твердого тела при анализе явлений и процессов в природе и технике;

**уметь** использовать знания физики твердого тела при решении профессиональных и образовательных задач; объяснять явления окружающего мира на основе знаний физики твердого тела; находить необходимую информацию о современном состоянии физики твердого тела; ставить и решать задачи физики твердого тела на основе знания законов физики; анализировать физическую сущность явлений и процессов природы и техники на основе знаний физики твердого тела; выявлять связи раздела «Физика твердого тела» с другими разделами физики;

**владеть** базовыми методами физики твердого тела; навыками работы с источниками информации по физике твердого тела; опытом использования знаний в области физики твердого тела; системой знаний об фундаментальных физических законах и теориях физики твердого тела; навыками анализа физической сущности явлений и процессов в природе и технике на основе законов физики твердого тела; опытом выявления связей физики твердого тела с другими разделами физики.

#### 4. МАТРИЦА КОМПЕТЕНЦИЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы дисциплины	Компетенции	
	ОПК-3	ПК-1
Конденсированное состояние сред. Элементы кристаллографии	+	+
Дефекты в кристаллах	+	+
Динамика кристаллической решетки	+	+
Тепловые свойства твёрдых тел.	+	+
Магнитные свойства твердых тел	+	+
Диэлектрические свойства твердых тел	+	+
Зонная структура твердых тел	+	+
Сверхпроводимость и современные материалы	+	+

#### 5. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 акад. часа.

№ п/п	Тема (раздел дисциплины)	Семестр	Неделя семестра	Виды контактной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в акад. часах)			Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические раб.	СР	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Конденсированное состояние сред. Элементы кристаллографии	6	1-5	4	10	7	Проверка в ходе практических работ
2	Дефекты в кристаллах	6	6-9	4	8	5	Проверка в ходе практических работ
3	Динамика кристаллической решетки	6	10-13	4	8	5	Проверка в ходе практических работ
4	Тепловые свойства твёрдых тел	6	14-17	4	8	5	Проверка в ходе практических работ
	<b>Итого в 6 семестре</b>			<b>16</b>	<b>34</b>	<b>22</b>	<b>Экзамен 36 (акад. час.)</b>
5	Магнитные свойства твердых тел	7	1-5	4	10	14	Проверка в ходе практических работ
6	Диэлектрические свойства твердых тел	7	6-9	4	8	14	Проверка в ходе практических работ
7	Зонная структура твердых тел	7	10-13	4	8	14	Проверка в ходе практических работ
8	Сверхпроводимость и современные материалы	7	14-17	4	8	16	Проверка в ходе практических работ
	<b>Итого в 7 семестре</b>			<b>16</b>	<b>34</b>	<b>58</b>	<b>Экзамен 36 (акад. ч ас.)</b>
<b>ИТОГО</b>				<b>32</b>	<b>68</b>	<b>80</b>	<b>Экзамен 72 (акад. ч ас.)</b>

## 6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Лекционный курс

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела) □
1	Конденсированное состояние сред. Элементы кристаллографии	Классификация конденсированных сред. Кристаллическая решетка и ее характеристики: вектор трансляции, решетка, базис. Двухмерные кристаллы: элементарная и примитивная ячейки, решетки Бравэ для двухмерных кристаллов. Трехмерные кристаллы, решетки Бравэ для трехмерных кристаллов. Индексы Миллера и обозначение направлений. Простые кристаллические структуры: кубическая гранецентрированная и гексагональная с плотной упаковкой; структура алмаза и хлористого натрия. Анизотропия твердых тел. Явление полиморфизма. Классификация типов связи в кристаллах: ионные, ковалентные, металлические и молекулярные кристаллы. Принцип плотной упаковки.
2	Дефекты в кристаллах	Классификация дефектов. Мозаичная структура. Точечные дефекты. Примеси. Атомы в междоузлиях и вакансии. Равновесная концентрация дефектов. Дислокации. Дефекты упаковки. Границы зерен. Влияние дислокаций на свойства твердых тел.
3	Динамика кристаллической решетки	Основные параметры упругих волн. Гармоническое приближение. Соотношения дисперсии для упругих волн в одномерной кристаллической цепочке, состоящей из одинаковых атомов и из атомов 2-х видов. Акустические и оптические ветви колебаний для одномерных и трехмерных кристаллов. Акустические и оптические фононы. Обратная решетка. Зоны Бриллюэна
4	Тепловые свойства твердых тел	Классическая теория теплоемкости. Теория теплоемкости Эйнштейна. Теория теплоемкости Дебая. Вывод формулы теплоемкости, основанный на представлениях о фононах. Теплоемкость металлов. Учет вклада свободных электронов. Тепловое расширение твердых тел. Теплопроводность твердых тел. Теплопроводность, обусловленная атомными колебаниями.
5	Магнитные свойства твердых тел	Магнитные свойства атомов. Классификация твердых тел по магнитным свойствам. Диамагнетизм. Классическая теория диамагнетизма. Циклотронный резонанс, его практическое применение. Парамагнетизм. Классическая и квантовая теории парамагнетизма, электронный и ядерный парамагнитный резонанс, его практическое применение. Ферромагнетизм. Молекулярное поле Вейсса. Роль обменного взаимодействия в возникновении ферромагнетизма. Доменная структура ферромагнитных тел. Антиферромагнетизм. Ферримагнетизм. Магнитные спектры вещества.
6	Диэлектрические свойства твердых тел	Основные характеристики диэлектриков. Виды поляризации. Электрострикция, пьезоэффект, пирозэффект. Сегнетоэлектрики. Электреты.
7	Зонная структура твердых тел	Одноэлектронное приближение. Теорема Блоха. Изменение состояния электронов при сближении атомов. Энергетические зоны. Приближение почти свободных электронов. Модель Кронига-Пенни. Структура энергетических зон. Металлы, по-

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела) □
		лупроводники и диэлектрики с точки зрения зонной теории. Волновые функции электрона в периодической решетке. Эффективная масса электрона, дырки. Примеси и примесные уровни. □
8	Сверхпроводимость и современные материалы	Сверхпроводящие материалы. Эффект Мейснера. Сверхпроводники первого и второго рода. Теплоемкость сверхпроводников. Поглощение электромагнитного излучения сверхпроводниками. Изотопический эффект. Основы теории БКШ: образование куперовских пар, энергетическая щель. Эффекты Джозефсона. Высокотемпературная сверхпроводимость. Применение сверхпроводников. Современные твердотельные приборы

## 6.2. Практические занятия

№ темы	Тема занятия	Число акад. часов
1	Конденсированное состояние сред. Элементы кристаллографии	10
2	Дефекты в кристаллах	8
3	Динамика кристаллической решетки	8
4	Тепловые свойства твёрдых тел	8
	<b>Итого в 6 семестре</b>	<b>34</b>
5	Магнитные свойства твердых тел	10
6	Диэлектрические свойства твердых тел	8
7	Зонная структура твердых тел	8
8	Сверхпроводимость и современные материалы	8
	<b>Итого в 7 семестре</b>	<b>34</b>

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

По данному курсу в рамках самостоятельной работы студента предполагается подготовка к устной защите практических работ, текущая подготовка по темам лекционных занятий (80 акад. часа)

№п/п	Наименование темы (раздела)	Форма (вид самостоятельной работы)	Трудоемкость (в акад. часах)
1	Конденсированное состояние сред. Элементы кристаллографии	Подготовка к практическим работам (выполнение домашнего задания).	7
2	Дефекты в кристаллах	Подготовка к практическим работам (выполнение домашнего задания).	5
3	Динамика кристаллической решетки	Проверка в ходе практических работ (устный опрос).	5
4	Тепловые свойства твёрдых тел.	Подготовка к практическим работам (выполнение домашнего задания).	5
	<b>Итого в 6 семестре</b>		<b>22</b>

№п/п	Наименование темы (раздела)	Форма (вид самостоятельной работы)	Трудоемкость (в акад. часах)
5	Магнитные свойства твердых тел	Проверка в ходе практических работ (устный опрос).	14
6	Диэлектрические свойства твердых тел	Подготовка к практическим работам (выполнение домашнего задания).	14
7	Зонная структура твердых тел	Подготовка к практическим работам (выполнение домашнего задания).	14
8	Сверхпроводимость и современные материалы	Проверка в ходе практических работ (устный опрос).	16
	<b>Итого в 7 семестре</b>		<b>58</b>
	<b>Итого</b>		<b>80</b>

### **Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Стукова Е.В. Сборник учебно-методических материалов по дисциплине «Физика конденсированного состояния» [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU\\_Edition/10574.pdf](http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/10574.pdf)

### **8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 – «Физика» реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

При преподавании дисциплины «Физика твердого тела» используются как традиционные (лекция, лекция - беседа, проблемная лекция, лекция-семинар), так и инновационные технологии (применение мультимедийного проектора, семинар-дискуссия, использование ресурсов сети Internet и электронных учебников).

Лекционные занятия проводятся с использованием традиционной, активной и интерактивной форм обучения. Практические занятия проводятся с использованием активных и интерактивных форм обучения.

### **9. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, а также методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков отражены в фонде оценочных средств по дисциплине «Физика твердого тела».

**Текущий контроль** за аудиторной и самостоятельной работой обучаемых осуществляется во время проведения аудиторных занятий посредством устного опроса, проведения контрольных работ или осуществления лекции в форме диалога.

**Экзамен** – итоговая аттестация по дисциплине. Экзамен по данному виду контроля складывается из текущей работы студента в семестре, промежуточного контроля, самостоя-

тельной работы и ответе на экзамене (40% - промежуточный контроль знаний студентов, 60% - результаты итогового экзамена). Кафедра имеет право перераспределить это соотношение до 10%.

Знания студента оцениваются как **отличные** при полном изложении теоретического материала экзаменационного билета и ответах на дополнительные вопросы со свободной ориентацией в материале и других литературных источниках.

Оценка **“хорошо”** ставится при твердых знаниях студентом всех разделов курса, но в пределах конспекта лекций и обязательных заданий по самостоятельной работе с литературой.

Оценку **«удовлетворительно»** студент получает, если дает неполные ответы на теоретические вопросы билета, показывая поверхностное знание учебного материала, владение основными понятиями и терминологией; при неверном ответе на билет ответы на наводящие вопросы.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется за незнание студентом одного из разделов курса. Студент не дает полные ответы на теоретические вопросы билета, показывая лишь фрагментарное знание учебного материала, незнание основных понятий и терминологии; наводящие вопросы остаются без ответа.

### **9.1. Вопросы к экзамену в 6-ом семестре**

1. Кристаллическая решетка и ее характеристики: вектор трансляции, решетка, базис.
2. Двухмерные кристаллы: элементарная и примитивная ячейки, решетки Бравэ для двухмерных кристаллов.
3. Трехмерные кристаллы, решетки Бравэ для трехмерных кристаллов. Индексы Миллера и обозначение направлений.
4. Простые кристаллические структуры: кубическая гранцентрированная и гексагональная с плотной упаковкой; структура алмаза и хлористого натрия.
5. Анизотропия твердых тел. Явление полиморфизма.
6. Классификация типов связи в кристаллах: ионные, ковалентные, металлические и молекулярны кристаллы.
7. Классификация дефектов Мозаичная структура. \
8. Точечные дефекты. Примеси. Атомы в междоузлиях и вакансии.
9. Равновесная концентрация дефектов. Дислокации.
10. Дефекты упаковки. Границы зерен.
11. Влияние дислокаций на свойства твердых тел.
12. Основные параметры упругих волн. Гармоническое приближение.
13. Соотношения дисперсии для упругих волн в одномерной кристаллической цепочке, состоящей из одинаковых атомов и из атомов 2-х видов.
14. Акустические и оптические ветви колебаний для одномерных и трехмерных кристаллов. Акустические и оптические фононы.
15. Обратная решетка. Зоны Бриллюэна.
16. Классическая теория теплоемкости.
17. Теория теплоёмкости Эйнштейна.
18. Теория теплоёмкости Дебая.
19. Вывод формулы теплоёмкости основанный на представлениях о фононах.
20. Теплоёмкость металлов. Учёт вклада свободных электронов.
21. Тепловое расширение твёрдых тел.
22. Теплопроводность твёрдых тел. Теплопроводность, обусловленная атомными колебаниями.

### **9.2. Вопросы к экзамену в 7-ом семестре**

1. Диамагнетизм. Классическая теория диамагнетизма.
2. Циклотронный резонанс, его практическое применение.

3. Парамагнетизм. Классическая и квантовая теории парамагнетизма.
4. Электронный и ядерный парамагнитный резонанс, его практическое применение.
5. Ферромагнетизм. Молекулярное поле Вейсса.
6. Роль обменного взаимодействия в возникновении ферромагнетизма. Доменная структура ферромагнитных тел. Антиферромагнетизм.
7. Ферримагнетизм.
8. Основные характеристики диэлектриков.
9. Виды поляризации. Электрострикция, пьезоэффект, пироэффект.
10. Сегнетоэлектрики.
11. Электреты.
12. Одноэлектронное приближение. Теорема Блоха.
13. Изменение состояния электронов при сближении атомов. Энергетические зоны.
14. Приближение почти свободных электронов. Модель Кронига-Пенни.
15. Структура энергетических зон. Металлы, полупроводники и диэлектрики с точки зрения зонной теории.
16. Волновые функции электрона в периодической решетке.
17. Эффективная масса электрона, дырки.
18. Примеси и примесные уровни.
19. Сверхпроводящие материалы. Эффект Мейснера.
20. Сверхпроводники первого и второго рода. Теплоемкость сверхпроводников.
21. Поглощение электромагнитного излучения сверхпроводниками. Изотопический эффект.
22. Основы теории БКШ: образование куперовских пар, энергетическая щель. Эффекты Джозефсона.
23. Высокотемпературная сверхпроводимость. Применение сверхпроводников. Современные твердотельные приборы.

## **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **а) основная литература**

1. Румянцев, А.В. Введение в физику конденсированного состояния вещества [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. В. Румянцев. — Электрон. текстовые данные. — Калининград : Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта, 2012. — 119 с. — 978-5-9971-0221-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/23770.html>
2. Ансельм, А.И. Введение в теорию полупроводников [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.И. Ансельм. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 624 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71742>.
3. Шалимова, К.В. Физика полупроводников [Электронный ресурс] : учебник / К.В. Шалимова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 384 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/648>.

### **б) дополнительная литература:**

1. Гуртов, В. А. Физика твердого тела для инженеров [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. А. Гуртов, Р. Н. Осауленко ; под ред. Л. А. Алешина. — Электрон. текстовые данные. — М. : Техносфера, 2012. — 560 с. — 978-5-94836-327-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26903.html>
2. Разумовская, И. В. Физика твердого тела. Часть 2. Динамика кристаллической решетки. Тепловые свойства решетки [Электронный ресурс] / И. В. Разумовская. — Электрон. текстовые данные. — М. : Прометей, 2011. — 64 с. — 978-5-4263-0032-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/9611.html>
3. Физика твердого тела [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. А. Корнилович, В. И. Ознобихин, И. И. Суханов, В. Н. Холявко. — Электрон. текстовые данные. —

Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2012. — 71 с. — 978-5-7782-2160-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45187.html>

**в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы**

№	Наименование ресурса	Краткая характеристика
1	Операционная система MS Windows 10 Education, Pro	Dream Spark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal по договору – Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 01 марта 2016 года
2	Google Chrome	Бесплатное распространение по лицензии google chromium <a href="http://code.google.com/intl/ru/chromium/terms.html">http://code.google.com/intl/ru/chromium/terms.html</a> На условиях <a href="https://www.google.com/chrome/browser/privacy/eula_text.html">https://www.google.com/chrome/browser/privacy/eula_text.html</a>

**г) профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

№	Адрес	Название, краткая характеристика
1.	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>	Единое окно доступа к образовательным ресурсам
2.	<a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>	Google Scholar —поисковая система по полным текстам научных публикаций всех форматов и дисциплин.
3.	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования
4.	<a href="http://grotrian.nsu.ru/ru/">http://grotrian.nsu.ru/ru/</a>	Электронная структура атомов Российская информационно-справочная система по спектральным данным атомов и ионов с одной из самых полных баз спектральных данных среди мировых систем.
5.	<a href="http://www.mavicanet.ru/">http://www.mavicanet.ru/</a>	MavicaNET - Многоязычный Поисковый Каталог. Теоретическая физика. Институты, лаборатории и др. организации, занимающиеся исследованиями в области теоретической физики. Может содержать все существующие подкатегории раздела физика, если источник связан с теоретическими исследованиями.
6.	<a href="http://dxdy.ru/fizika-f2.html">http://dxdy.ru/fizika-f2.html</a>	Научный форум. Физика, Математика, Химия, Механика и Техника. Обсуждение теоретических вопросов, входящих в стандартные учебные курсы. Дискуссионные темы физики: попытки опровержения классических теорий и т.п. Обсуждение нетривиальных и нестандартных учебных задач. Полезные ресурсы сети, содержащие материалы по физике

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### *Рекомендации при подготовке и изучению лекционного материала.*

В процессе изучения лекционного материала рекомендуется использовать опорные конспекты, учебники и учебные пособия.

Умение слушать, творчески воспринимать излагаемый материал – это необходимое условие для его понимания. В процессе лекционного занятия необходимо выделять важные моменты, выводы, анализировать основные положения. Если при изложении материала преподавателем создана проблемная ситуация, пытаться предугадать дальнейший ход рассуждений. Это способствует лучшему усвоению материала лекции и облегчает запоминание отдельных выводов.

Из сказанного следует, что для более прочного усвоения знаний лекцию необходимо конспектировать. Конспект лекций должен быть в отдельной тетради. Не надо стремиться подробно слово в слово записывать всю лекцию. Конспектируйте только самое важное в рассматриваемом параграфе. Старайтесь отфильтровывать и сжимать подаваемый материал. По возможности записи ведите своими словами, своими формулировками. Лекция не должна превращаться в урок-диктант.

Тетрадь для конспекта лекций также требует особого внимания. Ее нужно сделать удобной, практичной и полезной, ведь именно она является основным информативным источником при подготовке к различным отчетным занятиям, зачетам, экзаменам. Целесообразно отделить поля, где можно бы изложить свои мысли, вопросы, появившиеся в ходе лекции. Полезно одну из страниц оставлять свободной. Она потребует потом, при самостоятельной подготовке. Сюда можно будет занести дополнительную информацию по данной теме, полученную из других источников.

Таким образом, на лекции студент должен совместить два момента: внимательно слушать лектора, прикладывая максимум усилий для понимания излагаемого материала и одновременно вести его осмысленную запись. После прослушивания лекции необходимо проработать и осмыслить полученный материал. Перед каждой последующей лекцией рекомендуется просмотреть материал по предыдущей лекции.

### *Рекомендации по подготовке к практическим занятиям*

Для более глубокого усвоения материала полезно решать задачи. Умение решать задачи потребуется и на экзамене. Большинство вузов в билеты устного экзамена, помимо теоретических вопросов, включает одну или несколько задач, и во время экзамена вам, кроме дополнительных теоретических вопросов, может быть предложена задача. Экзаменаторы справедливо считают, что одним из критериев усвоения теории является способность решать задачи.

1. Для подготовки к практическим занятиям используйте конспекты лекций, учебники и учебные пособия, указанные в списке рекомендуемой основной и дополнительной литературы.

2. Просмотрите те вопросы теории, освещающие разбираемую тему.

3. На практических занятиях целесообразно иметь при себе конспекты лекций, учебники и учебные пособия.

4. При выполнении домашних задач внимательно просмотрите решение аналогичных задач, рассматриваемых на учебных занятиях, осмыслите методы и методические приемы, используемые при их решении.

### *Рекомендации при подготовке к экзамену.*

В высшей школе студент должен прежде всего сформировать потребность в знаниях и научиться учиться, приобрести навыки самостоятельной работы, необходимые для непрерывного самосовершенствования, развития профессиональных и интеллектуальных способностей.

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых для него знаний и умений без непосредственного участия преподавателей. Самостоятельная работа сопровождается эффективным контролем и оценкой ее результатов.

Для успешной самостоятельной работы студент должен планировать свое время и за основу рекомендуется брать рабочую программу учебной дисциплины.

развития обучающихся в системе образования; по своим целям бывают выпускными, завершающими определенный этап учебного процесса, вступительными.

Основная цель подготовки к экзамену – достичь понимания законов и явлений, а не только механически заучить материал. Но все же довольно много вещей придется просто выучить. При этом следует учитывать ваши индивидуальные особенности.

## **12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Занятия по дисциплине проводятся в специальных помещениях, представляющих собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, лабораторных занятий, аудиторий курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим противопожарным правилам и нормам.

Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам и к электронной информационно-образовательной среде университета.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.