

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета радиотехники и электроники
В.А. Небольсин/
И.О. Фамилия
30 августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
«Физика конденсированного состояния»

Направление подготовки 03.06.01 – Физика и астрономия
код и наименование направления подготовки

Направленность 01.04.07 – Физика конденсированного состояния
название направленности/программы

Квалификация выпускника Исследователь. Преподаватель-исследователь

Нормативный период обучения 4 года
Очная/заочная (при наличии)

Форма обучения Очная

Год начала подготовки 2021 г.

Автор(ы) программы _____ С.А. Гриднев
должность и подпись

Заведующий кафедрой _____ Ю.Е. Калинин
наименование кафедры, реализующей дисциплину
подпись

Руководитель ОПОП _____ Ю.Е. Калинин
подпись

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Целью дисциплины является обеспечение фундаментальных знаний и навыков в области физики конденсированного состояния, повышение качества подготовки аспирантов путем развития у них творческих способностей и самостоятельности при решении основных задач профессиональной деятельности в области разработки, получения, исследования и применения конденсированных материалов с заданными физическими свойствами и подготовка к кандидатскому экзамену.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Сформировать компетенции будущего специалиста, которые позволят ему действовать в ситуации выбора научной стратегии, нацеленной на получение и исследование новых конденсированных материалов на основе достижений современной науки. Обеспечить приобретение аспирантами теоретических знаний и практического опыта в выборе состава материала, способа его получения и обработки для обеспечения заданных свойств и уровня качества.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Физика конденсированного состояния» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Физика конденсированного состояния» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-2 - способностью вскрыть физическую, естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, провести их качественный и количественный анализ

ПК-7 - способностью демонстрировать и использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук, в том числе и тех, которые находятся на передовом рубеже физики конденсированного состояния

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-2	Знать физическую сущность процессов, протекающих в проводящих, полупроводниковых, диэлектрических, магнитных материалах и в структурах, созданных на основе этих материалов, в том числе и при воздействии внешних полей и изменении температуры.
	Уметь выполнять количественные оценки величины эффектов и характеристических параметров с учётом особенностей кристаллической структуры, электронного и фононного

	спектров, типа и концентрации легирующих примесей.
	Владеть методами теоретических исследований для применения в своей профессиональной деятельности.
ПК-7	Знать фундаментальные и прикладные науки, в том числе и те, которые находятся на передовом рубеже физики конденсированного состояния.
	Уметь демонстрировать и использовать углубленные теоретические и практические знания в области физического материаловедения.
	Владеть навыками сбора, обработки и обобщения научно-технической информации для проведения качественного и количественного анализа.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Физика конденсированного состояния» составляет 6 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		5	6
Аудиторные занятия (всего)	32	14	18
В том числе:			
Лекции	32	14	18
Самостоятельная работа	157	58	99
Часы на контроль	27	-	27
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет	+	Зачет	Экзамен
Общая трудоемкость:			
академические часы	216	72	144
зач. ед.	6	2	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	СРС	Всего, час
1	Типы химической связи в твердых телах	Электронная структура атомов. Химическая связь и валентность. Типы сил связи в конденсированном состоянии: ван-дер-ваальсова связь, ионная связь, ковалентная связь, металлическая связь. Химическая связь и ближний порядок. Структура вещества с ненаправленным взаимодействием. Гибридизация атомных орбиталей в молекулах и кристаллах.	6	26	32
2	Дефекты в твердых телах	Точечные дефекты, их образование и диффузия. Вакансии и межузельные атомы. Дефекты Френкеля и Шоттки. Линейные дефекты. Краевые и винтовые дислокации. Роль дислокаций в пластической деформации. Методы выявления дефектов.	6	26	32

3	Электронные свойства твердых тел	Проводимость, эффект Холла, термоЭДС, фотопроводимость, оптическое поглощение. Трудности объяснения этих фактов на основе классической теории Друде. Основные приближения зонной теории. Граничные условия Борна – Кармана. Теорема Блоха. Блоховские функции. Квазиимпульс. Зоны Бриллюэна. Энергетические зоны. Металлы, диэлектрики и полупроводники. Полуметаллы.	6	26	32
4	Тепловые свойства твердых тел	Теплоемкость твердых тел. Решеточная теплоемкость. Электронная теплоемкость. Температурная зависимость решеточной и электронной теплоемкости. Классическая теория теплоемкости. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы в классической физике. Границы справедливости классической теории. Квантовая теория теплоемкости по Эйнштейну и Дебаю.	6	26	32
5	Магнитные свойства твердых тел	Намагниченность и восприимчивость. Диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики. Законы Кюри и Кюри – Вейсса. Парамагнетизм и диамагнетизм электронов проводимости. Природа ферромагнетизма. Роль обменного взаимодействия. Точка Кюри и восприимчивость ферромагнетика. Ферромагнитные домены. Доменные границы (Блоха, Нееля).	4	26	30
6	Электрические свойства твердых тел	Электрический момент как характеристика распределения зарядов в структуре кристаллов. Полярные, неполярные и полярно-нейтральные структуры. Индуцированная и спонтанная поляризация. Пирозлектрики. Сегнетоэлектрики. Симметрия кристаллов и спонтанная поляризация. Принцип Неймана. Доменная структура сегнетоэлектриков. Динамика доменов.	4	27	31
Итого			32	157	189

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-2	Знать физическую сущность процессов, протекающих в проводящих, полупроводниковых, диэлектриче-	Активная работа на лекциях, отвечает на теоретические вопросы при опросах перед лекциями.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	ских, магнитных материалов и в структурах, созданных на основе этих материалов, в том числе и при воздействии внешних полей и изменении температуры.			
	Уметь выполнять количественные оценки величины эффектов и характеристических параметров с учётом особенностей кристаллической структуры, электронного и фоновых спектров, типа и концентрации легирующих примесей.	Решение стандартных практических задач.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть методами теоретических исследований для применения в своей профессиональной деятельности.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-7	Знать фундаментальные и прикладные науки, в том числе и те, которые находятся на передовом рубеже физики конденсированного состояния.	Активная работа на лекциях, отвечает на теоретические вопросы при опросах перед лекциями.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь демонстрировать и использовать углубленные теоретические и практические знания в области физического материаловедения.	Решение стандартных практических задач.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками сбора, обработки и обобщения научно-технической информации для проведения качественного и количественного анализа.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5, 6 семестре для очной формы обучения по двух/четырёхбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-2	Знать физическую сущность процессов, протекающих в проводящих, полупроводниковых, диэлектрических, магнитных мате-	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%

	риалах и в структурах, созданных на основе этих материалов, в том числе и при воздействии внешних полей и изменении температуры.			
	Уметь выполнять количественные оценки величины эффектов и характеристических параметров с учётом особенностей кристаллической структуры, электронного и фоновых спектров, типа и концентрации легирующих примесей.	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть методами теоретических исследований для применения в своей профессиональной деятельности.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-7	Знать фундаментальные и прикладные науки, в том числе и те, которые находятся на передовом рубеже физики конденсированного состояния.	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь демонстрировать и использовать углубленные теоретические и практические знания в области физического материаловедения.	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть навыками сбора, обработки и обобщения научно-технической информации для проведения качественного и количественного анализа.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

ИЛИ

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-2	Знать физическую сущность процессов, протекающих в проводящих, полупроводниковых, диэлектрических, магнитных материалах и в структу-	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

	рах, созданных на основе этих материалов, в том числе и при воздействии внешних полей и изменении температуры.					
	Уметь выполнять количественные оценки величины эффектов и характеристических параметров с учётом особенностей кристаллической структуры, электронного и фононного спектров, типа и концентрации легирующих примесей.	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть методами теоретических исследований для применения в своей профессиональной деятельности.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-7	Знать фундаментальные и прикладные науки, в том числе и те, которые находятся на передовом рубеже физики конденсированного состояния.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь демонстрировать и использовать углубленные теоретические и практические знания в области физического материалоустройства.	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть навыками сбора, обработки и обобщения научно-технической информации для проведения качественного и количественного анализа.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Электронная структура атомов.
2. Химическая связь и валентность.

3. Типы сил связи в конденсированном состоянии: ван-дер-ваальсова связь, ионная, ковалентная, металлическая связь.
4. Гибридизация атомных орбиталей в молекулах и кристаллах.
5. Точечные дефекты, их образование и диффузия.
6. Дефекты Френкеля и Шоттки.
7. Линейные дефекты. Краевые и винтовые дислокации.
8. Электрическая проводимость, эффект Холла, термоЭДС, фотопроводимость, оптическое поглощение.
9. Трудности объяснения электронных свойств твердых тел на основе классической теории Друде.
10. Основные приближения зонной теории. Граничные условия Борна – Кармана. Теорема Блоха.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Теплоемкость твердых тел. Решеточная теплоемкость. Электронная теплоемкость.
2. Классическая теория теплоемкости. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы в классической физике.
3. Квантовая теория теплоемкости по Эйнштейну и Дебаю.
4. Диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики. Законы Кюри и Кюри – Вейсса.
5. Ферромагнитные домены. Доменные границы Блоха и Нееля.
6. Индуцированная и спонтанная поляризация. Пироэлектрики. Сегнетоэлектрики.
7. Понятие о ферроиках и мультиферроиках.
8. Сверхпроводимость. Критическая температура. Эффект Мейснера.
9. Сверхпроводники первого и второго рода. Вихри Абрикосова.
10. Эффект Джозефсона. Куперовское спаривание. Теория Бардина-Купера-Шриффера.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Элементы симметрии кристаллов: повороты, отражения, инверсия, инверсионные повороты, трансляции.
2. Пространственные и точечные группы симметрии (кристаллические классы).
3. Кристаллические и аморфные твердые тела.
4. Примеры кристаллических структур: простая кубическая, ОЦК, ГЦК, ГПУ, структура типа CsCl, типа NaCl, структура типа перовскита CaTiO₃.
5. Методы выявления дефектов в кристаллах.
6. Определение концентрации точечных дефектов и плотности дислокаций.
7. Равновесная ширина и равновесная форма сегнетоэлектрических

доменов. Упаковка доменов.

8. Визуализация доменной структуры сегнетоэлектриков.

9. Высокотемпературные сверхпроводники. Критическое поле и критический ток.

10. Сверхпроводники. Длина когерентности. Энергетическая щель.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Электронная структура атомов. Химическая связь и валентность. Типы сил связи в конденсированном состоянии.

2. Примеры кристаллических структур: простая кубическая, ОЦК, ГЦК, ГПУ, структура типа CsCl, типа NaCl, структура типа перовскита CaTiO₃. Структура типа алмаза и графита.

3. Элементы симметрии кристаллов: повороты, отражения, инверсия, инверсионные повороты, трансляции.

4. Пространственные и точечные группы (кристаллические классы).

5. Кристаллические и аморфные твердые тела.

6. Точечные дефекты, их образование и диффузия. Вакансии и межузельные атомы. Дефекты Френкеля и Шоттки.

7. Линейные дефекты. Краевые и винтовые дислокации. Роль дислокаций в пластической деформации.

8. Методы выявления дефектов. Определение концентрации точечных дефектов и плотности дислокаций.

9. Колебания кристаллической решетки. Простая и сложная одномерные цепочки атомов. Закон дисперсии упругих волн. Акустические и оптические колебания.

10. Квантование колебаний. Фононы. Электрон-фононное взаимодействие.

7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Примерный перечень вопросов к экзамену:

1. Теплоемкость твердых тел. Решеточная теплоемкость. Электронная теплоемкость. Температурная зависимость решеточной и электронной теплоемкости. Классическая теория теплоемкости.

2. Квантовая теория теплоемкости по Эйнштейну и Дебаю. Предельные случаи высоких и низких температур. Температура Дебая.

3. Тепловое расширение твердых тел. Теплопроводность решеточная и электронная. Закон Видемана – Франца для электронной теплоемкости и теплопроводности.

4. Электронные свойства твердых тел: основные экспериментальные факты. Проводимость, эффект Холла, термоЭДС, фотопроводимость, оптическое поглощение.

5. Основные приближения зонной теории. Граничные условия Борна – Кармана. Теорема Блоха. Блоховские функции. Квазиимпульс. Зоны Бриллюэна.

6. Энергетические зоны. Заполнение энергетических зон электронами. Поверхность Ферми. Плотность состояний. Металлы, диэлектрики и полупроводники. Полуметаллы.

7. Намагниченность и восприимчивость. Диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики. Законы Кюри и Кюри – Вейсса. Парамагнетизм и диамагнетизм электронов проводимости. Природа ферромагнетизма.

8. Точка Кюри и восприимчивость ферромагнетика. Ферромагнитные домены. Причины появления доменов. Доменные границы (Блоха, Нееля).

9. Антиферромагнетики. Магнитная структура. Точка Нееля. Восприимчивость антиферромагнетиков. Ферромагнетики. Магнитная структура ферромагнетиков.

10. Полярные, неполярные и полярно-нейтральные структуры. Индуцированная и спонтанная поляризация. Пироэлектрики. Сегнетоэлектрики. Симметрия кристаллов и спонтанная поляризация. Принцип Неймана.

11. Антисегнетоэлектрики, сегнетиэлектрики, сегнетомагнетики, сегнетоэластики. Понятие о ферроиках и мультиферроиках.

12. Доменная структура сегнетоэлектриков. Равновесная ширина и равновесная форма домена. Упаковка доменов. Динамика доменов.

13. Сверхпроводимость. Критическая температура. Высокотемпературные сверхпроводники. Эффект Мейснера. Критическое поле и критический ток.

14. Сверхпроводники первого и второго рода. Их магнитные свойства. Вихри Абрикосова. Глубина проникновения магнитного поля в образец.

15. Эффект Джозефсона. Куперовское спаривание. Длина когерентности. Энергетическая щель.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится по билетам, каждый из которых содержит 2 вопроса. Каждый правильный ответ на вопрос в билете оценивается 5 баллами. Максимальное количество набранных баллов – 10.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 4 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 4 до 6 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 8 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 8 до 10 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Типы химической связи в твер-	ПК-2, ПК-7	Тест, контрольная рабо-

	дых телах		та.
2	Дефекты в твердых телах	ПК-2, ПК-7	Тест, контрольная работа.
3	Электронные свойства твердых тел	ПК-2, ПК-7	Тест, контрольная работа.
4	Тепловые свойства твердых тел	ПК-2, ПК-7	Тест, контрольная работа.
5	Магнитные свойства твердых тел	ПК-2, ПК-7	Тест, контрольная работа.
6	Электрические свойства твердых тел	ПК-2, ПК-7	Тест, контрольная работа.

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Гриднев С.А. Лекции по физике твердого состояния: учеб. пособие [Электронный ресурс]. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2018. – 245 с.
2. Гриднев С.А. Основы физики полярных диэлектриков. Саарбрюккен: Палмариум, 2014.
3. Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твердого тела. М.: Высшая школа, 2000.
4. Вонсовский С.В. Магнетизм. М.: Наука, 1971.
5. Бонч-Бруевич В.Л., Калашников С.Г. Физика полупроводников. М.: Наука, 1979.
6. Шмидт В.В. Введение в физику сверхпроводимости. МЦ НМО, М., 2000.

б) дополнительная литература

1. Ашкрофт Н., Мермин Н. Физика твердого тела. Т. I, II. М.: Мир, 1979.
2. Займан Дж. Принципы теории твердого тела. М.: Мир, 1974.
3. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. М.: Наука, 1978.

4. Физика сегнетоэлектриков: современный взгляд / под ред. К.М. Рабе, Ч.Г. Ана, Ж.-М. Трискона; пер. с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011.
5. Поплавко Ю.М., Переверзева Л.П., Раевский И.П. Физика активных диэлектриков. Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2009.

в) методическая литература

Методические указания и рекомендации по подготовке научных работ к печати для студентов, аспирантов и магистров физико-технического факультета очной формы обучения / ВГТУ; Сост. С.А. Гриднев, Воронеж, 2006. 43 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Microsoft Word, Origin, Microsoft Excel, Internet Explorer

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для осуществления образовательного процесса необходимо:

1. Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой (221/1).
2. Научно-учебные лаборатории физических свойств сегнетоэлектриков (002/1), физических свойств магнитных материалов (024/1) с научно-исследовательскими измерительными стендами, комплексами и оборудованием.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Физика конденсированного состояния» читаются лекции.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необ-

	ходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.