

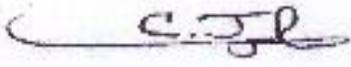
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета радиотехники и электроники
/В.А. Небольсин/
И.О. Фамилия
28 февраля 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

«Физика конденсированного состояния»
наименование дисциплины в соответствии с учебным планом

Направление подготовки 03.06.01 – физика и астрономия
код и наименование направления подготовки
Направленность 01.04.07 – Физика конденсированного состояния
наименование направления подготовки
Квалификация выпускника Исследователь, Преподаватель-исследователь
Порядковый период обучения 4 года
Специализация (при наличии)
Форма обучения Очная
Год начала подготовки 2017 г.

Автор(ы) программы профессор  С.А. Гриднев

Заведующий кафедрой
Физики твердого тела
наименование кафедры, реализующей дисциплину  Ю.Е. Калинин

Руководитель ОПОИ  Ю.Е. Калинин

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 обязательной части блока Б1 учебного плана.

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	6	26	32

		дислокации. Роль дислокаций в пластической деформации. Методы выявления дефектов.			
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. Пироэлектрики. Сегнетоэлектрики. Симметрия кристаллов и спонтанная поляризация. Принцип Неймана. Доменная структура сегнетоэлектриков. Динамика доменов.	4	27	31
Итого			32	157	189

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА РЕФЕРАТОВ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение реферата.

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,	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

	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.	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 системе:

«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, полупро-	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

	водниковых, 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 фонного 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 материаловедения.	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

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Каков преимущественный характер сил межатомного взаимодействия в кристаллах?	1) Гравитационные силы; 2) Магнитные силы; 3) Электростатические силы; 4) Упругие силы. (Эталон 3)
2	Квантово-механическое состояние электрона в атоме может быть охарактеризовано набором _____ квантовых чисел	1) 1 2) 2 3) 3 4) 4 (Эталон: 4)
3	Чем больше главное квантовое число n , тем радиус электронной орбитали _____	а) меньше; б) больше; в) не зависит от n ; г) зависит от типа кристалла. (Эталон 2)
4	Электронные орбитали, имеющие одинаковую энергию, называются _____	1) вырожденными; 2) невырожденными; 3) псевдо-вырожденными; 4) изоэнергетическими. (Эталон: 1)
5	Электроны с одинаковыми значениями спинового квантового числа m_s (параллельными спинами) называют _____	1) спаренными; 2) возбужденными; 3) неспаренными; 4) жесткими. (Эталон: 3)
6	На какие типы подразделяют химическую связь в зависимости от природы сил взаимодействия между частицами	1) ковалентная; 2) ионная; 3) водородная; 4) металлическая. (Эталон 1,2,3,4)
7	Число ионов противоположного знака, окружающих данный ион, называют _____	1) валентностью; 2) степенью полярности; 3) степенью ковалентности; 4) координационным числом. (Эталон 4)
8	По геометрическим признакам	1) точечные;

	дефекты кристалла можно классифицировать на _____	2) линейные; 3) объемные; 4) поверхностные. (Эталон 1,2,3,4)
9	Краудион – это дефект	1) точечный; 2) линейный; 3) объемный; 4) поверхностный. (Эталон 2)
10	Наиболее распространенные типы точечных дефектов:	1) примесь-примесь; 2) тривакансии; 3) вакансии; 4) междоузельные атомы. (Эталон 3,4)

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1	Форма кривой $\Phi(P)$ термодинамического потенциала сегнетоэлектрика при фазовом переходе 1-го рода имеет вид...	1) трехминимумного потенциала; 2) двухминимумного потенциала; 3) экспоненциальной функции; 4) гиперболической функции. (Эталон 1)
2	Ток диэлектрической абсорбции в сегнетоэлектрике обусловлен...	1) взаимодействием между носителями заряда; 2) образованием объемного заряда; 3) сегнетоэлектрической поляризацией; 4) величиной электрического момента. (Эталон 3)
3	Как распределяется потенциал по толщине диэлектрика в том случае, если накопления объемного заряда не происходит?	1) по квадратичному закону; 2) по экспоненциальному закону; 3) по линейному закону; 4) по логарифмическому закону. (Эталон 3)
4	В модели Хейванга позисторный эффект связывается с явлениями, происходящими ...	1) в приэлектродных областях; 2) на границах зерен; 3) в доменной структуре; 4) в объеме кристаллитов. (Эталон 2)
5	Джонкер предложил дополнить модель Хейванга учетом влияния	А) дислокаций; Б) доменной структуры; В) объемного заряда; Г) фотопроводимости.

		(Эталон 2)
6	Как влияет проводимость сегнетоэлектрического кристалла на равновесную ширину домена D?	1) D не зависит от проводимости; 2) D уменьшается; 3) D увеличивается; 4) D изменяется неоднородно по длине образца. (Эталон 3)
7	Чем определяется равновесная форма сегнетоэлектрического домена?	1) спонтанной поляризацией; 2) спонтанной деформацией; 3) пьезоэлектрическим эффектом; 4) пьезоэлектрическим эффектом. (Эталон 2)
8	Зависит ли равновесная ширина сегнетоэлектрического домена от толщины образца?	1) зависит; 2) не зависит; 3) только в проводящих образцах; 4) только под действием поля E (Эталон 1)
9	По какому закону происходит изменение поляризации в 180 ⁰ -й сегнетоэлектрической доменной стенке?	1) по логарифмическому; 2) по синусоидальному 3) по гиперболическому тангенсу; 4) по экспоненциальному. (Эталон 3)
10	Отношение теплопроводности к электропроводности для большинства металлов прямо пропорционально	1) электрическому полю; 2) температуре; 3) механическому напряжению; 4) магнитному полю. (Эталон 2)

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1	Температурная зависимость электропроводности сегнетоэлектрического кристалла описывается формулой...	1) $\sigma = A_1 \exp(-B_1 / kT) + A_2 \exp(-B_2 / kT)$; 2) $\sigma = \sigma_0 \exp(-U / kT)$; 3) $\sigma = \sigma_0 \exp(U / kT)$; 4) $\sigma = I / U$. (Эталон 1)
2	С помощью какого устройства осуществляют наблюдение петель диэлектрического гистерезиса?	1) схема Мерца; 2) схема Сойера-Тауэра; 3) схема Кюри-Вейсса; 4) схема Мэзона-Маттиаса (Эталон 2)
3	Если домены наблюдаются в поляризованном свете, то кристалл обязательно является....	1) сегнетоэлектриком; 2) пьезоэлектриком; 3) пьезоэлектриком;

		4) сегнетоэластиком. (Эталон 4)
4	В сегнетоэлектриках с переходом типа порядок-беспорядок проводимость является...	1) ионной; 2) электронной; 3) поляронной; 4) межзонной. (Эталон 1)
5	Сколько классов кристаллов из 32-х классов относится к полярным кристаллам?	1) 20; 2) 11; 3) 10; 4) 15. (Эталон 3)
6	Размерность спонтанной электрической поляризации...	1) Кл/м; 2) Кл/м ² ; 3) Кл·м; 4) Кл·м ² . (Эталон 2)
7	Каков экспериментальный критерий применимости термодинамики в собственных сегнетоэлектриках?	1) выполнение правила Вегарда; 2) выполнение закона Кюри-Вейсса; 3) выполнение закона Видера; 4) выполнение закона Ома. (Эталон 2)
8	В законе Видемана и Франца постоянная L равна	1) $3/2(k_B/e)^3$; 2) $3/2(k_B/e)$; 3) $1/2(k_B/e)^2$; 4) $3/2(k_B/e)^2$. (Эталон 4)
9	Чему равна магнитная постоянная μ_0 ?	1) $4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м; 2) $2\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м; 3) $4\pi \cdot 10^{-5}$ Гн/м; 4) $2\pi \cdot 10^{-3}$ Гн/м. (Эталон 1)
10	Сколько элементов Табл. Менделеева являются сверхпроводниками?	1) 10; 2) 16; 3) 26; 4) 36. (Эталон 2)

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1	Как называется комбинация «вакансия – междоузельный атом»?	1) дефект по Шоттки; 2) центр окраски (F-центр); 3) дефект по Френкелю; 4) дисклинация. (Эталон 3)
2	Ширина энергетической зоны для более высоких атомных уровней	1) меньше; 2) больше; 3) не зависит от высоты уровня; 4) одинакова для всех уровней. (Эталон 2)
3	Если энергия парного взаимодействия электронов заменяется взаимодействием каждого электрона с усредненным полем всех остальных электронов, то это __	1) метод Хартри-Фока; 2) метод валентной аппроксимации; 3) метод Борна – Оппенгеймера; 4) метод Блоха. (Эталон 1)
4	Характер колебаний соседних частиц в оптической ветви	1) в фазе; 2) в противофазе; 3) со сдвигом на 45° ; 4) со сдвигом на 90° . (Эталон 2)
5	Характер колебаний соседних частиц в акустической ветви	1) в фазе; 2) в противофазе; 3) со сдвигом на 45° ; 4) со сдвигом на 90° . (Эталон 1)
6	Что такое фонон?	1) элементарное механическое возбуждение; 2) квант электромагнитной волны; 3) квант звуковой волны; 4) квантовый осциллятор излучения. (Эталон 1,3)
7	Закон Дюлонга и Пти для удельной теплоемкости твердых тел исходит из _____	1) совокупности осцилляторов с одинаковыми частотами; 2) совокупности осцилляторов с разными частотами; 3) наличия для каждого атома трех колебательных степеней свободы; 4) равномерного распределения энергии по степеням свободы. (Эталон 3,4)
8	Теория теплоемкости Дебая	1) экспоненциальное убывание

	предсказывает при низких температурах	теплоемкости; 2) убывание теплоемкости по закону $\sim T^3$. 3) экспоненциальное возрастание теплоемкости; 4) линейный спад. (Эталон 2)
9	Причиной эффекта Холла в твердых телах является _____	1) ускорение движения электронов в электрическом поле; 2) искривление траектории носителей заряда в магнитном поле; 3) действие силы Лоренца; 4) изменение концентрации носителей заряда. (Эталон 2,3)
10	При каких условиях возникает эффект Зеебека?	1) сильное электрическое поле; 2) сильное магнитное поле; 3) градиент температуры; 4) контакт двух материалов. (Эталон 3)

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1	Наиболее распространенные типы точечных дефектов:	1) примесь-примесь; 2) тривакансии; 3) вакансии; 4) междоузельные атомы. (Эталон 3,4)
2	Как называется комбинация «вакансия – междоузельный атом»?	1) дефект по Шоттки; 2) центр окраски (F-центр); 3) дефект по Френкелю; 4) дисклинация. (Эталон 3)
3	Ширина энергетической зоны для более высоких атомных уровней	1) меньше; 2) больше; 3) не зависит от высоты уровня; 4) одинакова для всех уровней. (Эталон 2)
4	Если энергия парного взаимодействия электронов заменяется взаимодействием каждого электрона с усредненным полем всех остальных электронов, то это__	1) метод Хартри-Фока; 2) метод валентной аппроксимации; 3) метод Борна – Оппенгеймера; 4) метод Блоха. (Эталон 1)

5	Характер колебаний соседних частиц в оптической ветви	<ul style="list-style-type: none"> 1) в фазе; 2) в противофазе; 3) со сдвигом на 45°; 4) со сдвигом на 90°. (Эталон 2)
6	Характер колебаний соседних частиц в акустической ветви	<ul style="list-style-type: none"> 1) в фазе; 2) в противофазе; 3) со сдвигом на 45°; 4) со сдвигом на 90°. (Эталон 1)
7	Что такое фонон?	<ul style="list-style-type: none"> 1) элементарное механическое возбуждение; 2) квант электромагнитной волны; 3) квант звуковой волны; 4) квантовый осциллятор излучения. (Эталон 1,3)
8	Закон Дюлонга и Пти для удельной теплоемкости твердых тел исходит из _____	<ul style="list-style-type: none"> 1) совокупности осцилляторов с одинаковыми частотами; 2) совокупности осцилляторов с разными частотами; 3) наличия для каждого атома трех колебательных степеней свободы; 4) равномерного распределения энергии по степеням свободы. (Эталон 3,4)
9	Теория теплоемкости Дебая предсказывает при низких температурах	<ul style="list-style-type: none"> 1) экспоненциальное убывание теплоемкости; 2) убывание теплоемкости по закону $\sim T^3$. 3) экспоненциальное возрастание теплоемкости; 4) линейный спад. (Эталон 2)
10	Причиной эффекта Холла в твердых телах является _____	<ul style="list-style-type: none"> 1) ускорение движения электронов в электрическом поле; 2) искривление траектории носителей заряда в магнитном поле; 3) действие силы Лоренца; 4) изменение концентрации носителей заряда. (Эталон 2,3)

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 2 баллами. Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Типы химической связи в твердых телах	ПК-2, ПК-7	Тест, устный опрос.
2	Дефекты в твердых телах	ПК-2, ПК-7	Тест, устный опрос.
3	Электронные свойства твердых тел	ПК-2, ПК-7	Тест, устный опрос.
4	Тепловые свойства твердых тел	ПК-2, ПК-7	Тест, устный опрос.
5	Магнитные свойства твердых тел	ПК-2, ПК-7	Тест, устный опрос.
6	Электрические свойства твердых тел	ПК-2, ПК-7	Тест, устный опрос.

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 методике 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 методике 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 про-

верка 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 и проводятся практические занятия.

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

Практические занятия направлены на закрепление полученных знаний. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Контроль усвоения материала дисциплины производится путем зачета и экзамена.

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, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Выступление с докладом по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none">- 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.