


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

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета РТЭ

 / Небольсин В.А. /

07 марта 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Физическое материаловедение»

Направление подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Профиль Функциональные материалы

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2024

Автор программы  М.А. Авдеев

**Заведующий кафедрой
Твердотельной электроники**  В.А. Небольсин

Руководитель ОПОП  О.Б. Рудаков

Воронеж 2024

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Получение студентами сведений о зависимостях объемных и поверхностных свойств материалов от характера химической связи, химического и фазового состава, структурных несовершенств.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Создание материалов с заданными свойствами и управления последними путем воздействия на химический состав, фазовое и структурное состояние материала.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Физическое материаловедение» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Физическое материаловедение» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-5 – Способен применять знания об основных типах современных неорганических и органических материалов, принципах их выбора для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения

ПК-8 – Способен использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано-структуры материала на его свойства, взаимодействие материала с окружающей средой, механическими и физическими нагрузками

ПК-12 – Способен участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки покрытий, материалов и изделий из них, систем управления технологическими процессами

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-5	Знать классификацию материалов по составу, свойствам и техническому назначению, основные процессы в гетерогенных химико-технологических системах; основные классы материалов, требования, предъявляемые к каждому классу, и основные физические параметры, характеризующие различные материалы: проводниковые, полупроводниковые, диэлектрические, магнитные и вспомогательные; методы воздействия на свойства материалов путём изменения их состава и структуры; способы применения основных классов конструкционных

	<p>материалов и материалов электронной техники</p> <p>Уметь выявлять, описывать и анализировать особенности диаграмм состояния многофазных систем; выполнять физико-химический и кристаллохимический анализы сложных систем; правильно подходить к сравнительной оценке свойств материалов по их физическим, технологическим и экономическим критериям при использовании для элементов и устройств электронной техники; выполнять расчеты физических характеристик материалов; владеть физическими закономерностями, определяющими свойства и поведение материалов в различных условиях их эксплуатации, во взаимосвязи с конкретными применениями в компонентах, приборах и устройствах электронной техники; выявлять факторы, определяющие общие и специфические особенности поведения материалов, влияющие на их структуру; выбирать оптимальные параметры технологических процессов создания новых материалов и устройств с заданными структурой и свойствами; анализировать качество материала в связи с технологией получения и обработки</p> <p>Владеть навыками работы со специальной и справочной литературой (в том числе по двойным и тройным диаграммам состояния); навыками самостоятельного анализа конкретных гетерогенных технологических систем; знаниями тенденций развития материаловедения; навыками изучения свойств материалов</p>
ПК-8	<p>Знать основные классы материалов, требования, предъявляемые к каждому классу, и основные физические параметры, характеризующие различные материалы; об атомно-кристаллическом строении материалов; о структурных несовершенствах и их влиянии на свойства материалов; об основных закономерностях фазовых и структурных превращений; об основных группах проводниковых, полупроводниковых, диэлектрических, магнитных и вспомогательных материалов; об основных параметрах и физических свойствах промышленных материалов, особенностях их получения</p> <p>Уметь правильно подходить к сравнительной</p>

	<p>оценке свойств материалов по их физическим, технологическим и экономическим критериям при использовании для элементов и устройств электронной техники; выявлять, описывать и анализировать особенности диаграмм состояния многофазных систем; выявлять факторы, определяющие общие и специфические особенности поведения материалов, влияющие на их структуру</p>
	<p>Владеть физическими закономерностями, определяющими свойства и поведение материалов в различных условиях их эксплуатации, во взаимосвязи с конкретными применениями в компонентах, приборах и устройствах электронной техники</p>
ПК-12	<p>Знать о методах воздействия на свойства материалов путём изменения их состава и структуры; об основных способах применения основных классов конструкционных материалов и материалов электронной техники; иметь достаточную подготовку для чтения и понимания справочной и специальной литературы в данной области (в том числе по двойным и тройным диаграммам состояния); иметь представление о современном уровне развития материаловедения и перспективах его развития</p>
	<p>Уметь выбирать оптимальные параметры технологических процессов создания новых материалов и устройств с заданными структурой и свойствами; анализировать качество материала в связи с технологией получения и обработки; истолковывать смысл физических величин и понятий; иметь представление об основных принципах получения и направлениях использования различных материалов в электронной технике</p>
	<p>Владеть навыками исследования физических свойств разных классов материалов; навыками применения основных методов физико-математического анализа для решения естественнонаучных задач</p>

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Физическое материаловедение» составляет 8 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		3	4
Аудиторные занятия (всего)	108	54	54
В том числе:			
Лекции	54	18	36
Практические занятия (ПЗ)	18	18	–
Лабораторные работы (ЛР)	36	18	18
Самостоятельная работа	144	54	90
Курсовая работа	+	+	
Часы на контроль	36	–	36
Виды промежуточной аттестации – экзамен, зачет	+	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	288	108	180
зач.ед.	8	3	5

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	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Часть I Прикладное материаловедение	Многофазные системы	10	2	6	24	42
2	Часть II Промышленные материалы	Проводниковые материалы	10	2	6	24	42
3		Полупроводниковые материалы	10	2	6	24	42
4		Диэлектрики	8	4	6	24	42
5		Магнитные материалы	8	4	6	24	42
6		Вспомогательные материалы электронной техники	8	4	6	24	42
Итого			54	18	36	144	252

5.2 Перечень лабораторных работ

Изучение микротвердости металлов и полупроводников

Изучение пьезосопротивления и тензочувствительности в металлах и полупроводниках

Металлографическое исследование полупроводников

Исследование типа проводимости полупроводников различными методами

Изучение зависимости электропроводности полупроводников и диэлектриков от напряженности электрического поля

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

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 3 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы:

1. Фуллерены и фуллериты.
2. Углеродные нанотрубки.
3. Твердотельные фрактальные структуры.
4. Аморфные металлические сплавы.
5. Нанокристаллические твердые тела.
6. Нанокompозиты.
7. Жидкие кристаллы.
8. Спиновые стекла.
9. Высокотемпературные сверхпроводники.
10. Дипольные стекла.
11. Сегнетоэластики.
12. Сегнетоэлектрики.
13. Суперионики.
14. Пьезокерамика.
15. Нитевидные кристаллы.
16. Четверные твердые растворы на основе соединения A^3B^5 .
17. Электрофизические и термодинамические свойства фосфидов Ga и In.
18. Гетероструктуры полупроводников, получаемые с помощью молекулярно-лучевой эпитаксии.
19. Многослойные тонкопленочные структуры.
20. Магнитные материалы для СВЧ-диапазона.

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

Курсовая работа предназначена для ознакомления студентов с основными требованиями к основным классам материалов и изучения диаграмм состояния.

Она должна способствовать развитию у студентов навыков работы с научно-технической и справочной литературой.

Темы курсовых работ выбираются по основным классам материалам и по новым направлениям физического материаловедения.

Курсовая работа включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

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-5	<p>знать классификацию материалов по составу, свойствам и техническому назначению, основные процессы в гетерогенных химико-технологических системах; основные классы материалов, требования, предъявляемые к каждому классу, и основные физические параметры, характеризующие различные материалы: проводниковые, полупроводниковые, диэлектрические, магнитные и вспомогательные; методы воздействия на свойства материалов путём изменения их состава и структуры; способы применения основных классов конструкционных материалов и материалов электронной техники</p>	<p>Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсовой работы</p>	<p>Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>	<p>Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>
	<p>уметь выявлять, описывать и анализировать особенности диаграмм состояния многофазных систем; выполнять физико-химический и кристаллохимический анализы сложных систем; правильно подходить к сравнительной оценке свойств материалов по их физическим, технологическим и экономическим критериям при использовании для элементов и устройств электронной техники; выполнять расчеты физических характеристик материалов; владеть физическими закономерностями, определяющими свойства и поведение материалов в различных условиях их эксплуатации, во взаимосвязи с конкретными применениями в компонентах, приборах и устройствах электронной техники; выявлять факторы,</p>	<p>Решение стандартных практических задач, написание курсовой работы</p>	<p>Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>	<p>Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>

	<p>определяющие общие и специфические особенности поведения материалов, влияющие на их структуру; выбирать оптимальные параметры технологических процессов создания новых материалов и устройств с заданными структурой и свойствами; анализировать качество материала в связи с технологией получения и обработки</p>			
	<p>владеть навыками работы со специальной и справочной литературой (в том числе по двойным и тройным диаграммам состояния); навыками самостоятельного анализа конкретных гетерогенных технологических систем; знаниями тенденций развития материаловедения; навыками изучения свойств материалов</p>	<p>Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсовой работы</p>	<p>Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>	<p>Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>
ПК-8	<p>знать основные классы материалов, требования, предъявляемые к каждому классу, и основные физические параметры, характеризующие различные материалы; об атомно-кристаллическом строении материалов; о структурных несовершенствах и их влиянии на свойства материалов; об основных закономерностях фазовых и структурных превращений; об основных группах проводниковых, полупроводниковых, диэлектрических, магнитных и вспомогательных материалов; об основных параметрах и физических свойствах промышленных материалов, особенностях их получения</p>	<p>Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсовой работы</p>	<p>Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>	<p>Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>
	<p>уметь правильно подходить к сравнительной оценке свойств материалов по их физическим, технологическим и экономическим критериям при использовании для элементов и устройств электронной техники; выявлять, описывать и анализировать особенности диаграмм состояния многофазных систем; выявлять факторы,</p>	<p>Решение стандартных практических задач, написание курсовой работы</p>	<p>Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>	<p>Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>

	определяющие общие и специфические особенности поведения материалов, влияющие на их структуру			
	владеть физическими закономерностями, определяющими свойства и поведение материалов в различных условиях их эксплуатации, во взаимосвязи с конкретными применениями в компонентах, приборах и устройствах электронной техники	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-12	знать о методах воздействия на свойства материалов путём изменения их состава и структуры; об основных способах применения основных классов конструкционных материалов и материалов электронной техники; иметь достаточную подготовку для чтения и понимания справочной и специальной литературы в данной области (в том числе по двойным и тройным диаграммам состояния); иметь представление о современном уровне развития материаловедения и перспективах его развития	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь выбирать оптимальные параметры технологических процессов создания новых материалов и устройств с заданными структурой и свойствами; анализировать качество материала в связи с технологией получения и обработки истолковывать смысл физических величин и понятий; иметь представление об основных принципах получения и направлениях использования различных материалов в электронной технике	Решение стандартных практических задач, написание курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками исследования физических свойств разных классов материалов; навыками применения основных методов физико-математического анализа для решения естественнонаучных задач	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсовой работы	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 3, 4 семестре для очной формы обучения по двух/четырёхбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-5	знать классификацию материалов по составу, свойствам и техническому назначению, основные процессы в гетерогенных химико-технологических системах; основные классы материалов, требования, предъявляемые к каждому классу, и основные физические параметры, характеризующие различные материалы: проводниковые, полупроводниковые, диэлектрические, магнитные и вспомогательные; методы воздействия на свойства материалов путём изменения их состава и структуры; способы применения основных классов конструкционных материалов и материалов электронной техники	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь выявлять, описывать и анализировать особенности диаграмм состояния многофазных систем; выполнять физико-химический и кристаллохимический анализы сложных систем; правильно подходить к сравнительной оценке свойств материалов по их физическим, технологическим и экономическим критериям при использовании для элементов и устройств электронной техники; выполнять расчеты физических характеристик материалов; владеть физическими закономерностями, определяющими свойства и поведение материалов в различных условиях их эксплуатации, во взаимосвязи с конкретными применениями в компонентах, приборах и устройствах электронной техники; выявлять факторы, определяющие общие и специфические особенности поведения материалов, влияющие на их структуру; выбирать оптимальные	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	параметры технологических процессов создания новых материалов и устройств с заданными структурой и свойствами; анализировать качество материала в связи с технологией получения и обработки			
	владеть навыками работы со специальной и справочной литературой (в том числе по двойным и тройным диаграммам состояния); навыками самостоятельного анализа конкретных гетерогенных технологических систем; знаниями тенденций развития материаловедения; навыками изучения свойств материалов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-8	знать основные классы материалов, требования, предъявляемые к каждому классу, и основные физические параметры, характеризующие различные материалы; об атомно-кристаллическом строении материалов; о структурных несовершенствах и их влиянии на свойства материалов; об основных закономерностях фазовых и структурных превращений; об основных группах проводниковых, полупроводниковых, диэлектрических, магнитных и вспомогательных материалов; об основных параметрах и физических свойствах промышленных материалов, особенностях их получения	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь правильно подходить к сравнительной оценке свойств материалов по их физическим, технологическим и экономическим критериям при использовании для элементов и устройств электронной техники; выявлять, описывать и анализировать особенности диаграмм состояния многофазных систем; выявлять факторы, определяющие общие и специфические особенности поведения материалов, влияющие на их структуру	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	владеть физическими закономерностями, определяющими свойства и поведение материалов в различных условиях их эксплуатации, во взаимосвязи с конкретными применениями в компонентах, приборах и устройствах электронной техники	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-12	знать о методах воздействия на свойства материалов путём изменения их состава и структуры; об основных способах применения основных классов конструкционных материалов и материалов электронной техники; иметь достаточную подготовку для чтения и понимания справочной и специальной литературы в данной области (в том числе по двойным и тройным диаграммам состояния); иметь представление о современном уровне развития материаловедения и перспективах его развития	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь выбирать оптимальные параметры технологических процессов создания новых материалов и устройств с заданными структурой и свойствами; анализировать качество материала в связи с технологией получения и обработки истолковывать смысл физических величин и понятий; иметь представление об основных принципах получения и направлениях использования различных материалов в электронной технике	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками исследования физических свойств разных классов материалов; навыками применения основных методов физико-математического анализа для решения естественнонаучных задач	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-5	<p>знать классификацию материалов по составу, свойствам и техническому назначению, основные процессы в гетерогенных химико-технологических системах; основные классы материалов, требования, предъявляемые к каждому классу, и основные физические параметры, характеризующие различные материалы: проводниковые, полупроводниковые, диэлектрические, магнитные и вспомогательные; методы воздействия на свойства материалов путём изменения их состава и структуры; способы применения основных классов конструкционных материалов и материалов электронной техники</p>	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	<p>уметь выявлять, описывать и анализировать особенности диаграмм состояния многофазных систем; выполнять физико-химический и кристаллохимический анализы сложных систем; правильно подходить к сравнительной оценке свойств материалов по их физическим, технологическим и экономическим критериям при использовании для элементов и устройств электронной техники; выполнять расчеты физических характеристик материалов; владеть физическими закономерностями, определяющими свойства и поведение материалов в различных условиях их эксплуатации, во взаимосвязи с конкретными применениями в компонентах, приборах и</p>	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

	устройствах электронной техники; выявлять факторы, определяющие общие и специфические особенности поведения материалов, влияющие на их структуру; выбирать оптимальные параметры технологических процессов создания новых материалов и устройств с заданными структурой и свойствами; анализировать качество материала в связи с технологией получения и обработки					
	владеть навыками работы со специальной и справочной литературой (в том числе по двойным и тройным диаграммам состояния); навыками самостоятельного анализа конкретных гетерогенных технологических систем; знаниями тенденций развития материаловедения; навыками изучения свойств материалов	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-8	знать основные классы материалов, требования, предъявляемые к каждому классу, и основные физические параметры, характеризующие различные материалы; об атомно-кристаллическом строении материалов; о структурных несовершенствах и их влиянии на свойства материалов; об основных закономерностях фазовых и структурных превращений; об основных группах проводниковых, полупроводниковых, диэлектрических, магнитных и вспомогательных материалов; об основных параметрах и физических свойствах промышленных материалов, особенностях их получения	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь правильно подходить к сравнительной оценке свойств материалов по их физическим,	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве	Задачи не решены

	технологическим и экономическим критериям при использовании для элементов и устройств электронной техники; выявлять, описывать и анализировать особенности диаграмм состояния многофазных систем; выявлять факторы, определяющие общие и специфические особенности поведения материалов, влияющие на их структуру		верные ответы	верный ответ во всех задачах	задач	
	владеть физическими закономерностями, определяющими свойства и поведение материалов в различных условиях их эксплуатации, во взаимосвязи с конкретными применениями в компонентах, приборах и устройствах электронной техники	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-12	знать о методах воздействия на свойства материалов путём изменения их состава и структуры; об основных способах применения основных классов конструкционных материалов и материалов электронной техники; иметь достаточную подготовку для чтения и понимания справочной и специальной литературы в данной области (в том числе по двойным и тройным диаграммам состояния); иметь представление о современном уровне развития материаловедения и перспективах его развития	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь выбирать оптимальные параметры технологических процессов создания новых материалов и устройств с заданной структурой и свойствами; анализировать качество материала в связи с технологией получения и обработки; истолковывать	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

смысл физических величин и понятий; иметь представление об основных принципах получения и направлениях использования различных материалов в электронной технике						
владеть навыками исследования физических свойств разных классов материалов; навыками применения основных методов физико-математического анализа для решения естественнонаучных задач	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

Тема 1. Диаграммы состояния

1. В каких координатах строится фазовая диаграмма состояния:

- а) число компонентов – давление;
- б) состав – температура;
- в) число степеней свободы – состав.

2. Способ «трех отрезков» состоит в следующем:

- а) сумма трех отрезков, отсекаемых на сторонах равностороннего треугольника прямыми, проходящими через любую точку внутри треугольника, параллельно его сторонам равна периметру треугольника;
- б) сумма трех отрезков, отсекаемых на сторонах равностороннего треугольника прямыми, проходящими через любую точку внутри треугольника, параллельно его сторонам равна высоте треугольника;
- в) сумма трех отрезков, отсекаемых на сторонах равностороннего треугольника прямыми, проходящими через любую точку внутри треугольника, параллельно его сторонам равна стороне треугольника.

3. К концентрационному треугольнику применимо:

- а) правило рычага;

б) правило фаз Гиббса;

в) правило нормальной валентности.

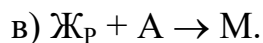
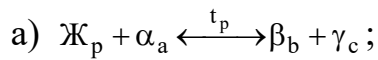
4. Тройная диаграмма фазовых равновесий системы с неограниченной растворимостью компонентов содержит:

а) линейчатые конодные поверхности;

б) поверхность сольвуса;

в) поверхности ликвидуса и солидуса.

5. Тройная диаграмма состояния с тройной точкой эвтектики имеет точку, для которой:



6. Линейчатая поверхность кристаллизации двойных эвтектик называется:

а) поверхностью ликвидуса;

б) поверхностью солидуса;

в) конодной поверхностью.

7. Устойчивое химическое соединение называют:

а) конгруэнтно плавящимся;

б) инконгруэнтно плавящимся;

в) твердым раствором.

8. Сингулярная триангуляция возможна, когда диаграмма содержит:

а) твердые растворы с ограниченной растворимостью;

б) неустойчивое химическое соединение;

в) устойчивое химическое соединение.

9. В ходе реализации перитектической реакции фигуративная точка жидкой фазы находится:

- а) вне конодного треугольника, образованного твердыми фазами;
- б) внутри конодного треугольника, образованного твердыми фазами;
- в) выше температуры плавления чистых компонентов.

10. Поверхности сольвуса характерны для фазовой диаграммы следующего типа:

- а) Р-Т диаграмма фазовых равновесий;
- б) тройная диаграмма состояния с тройной точкой перитектики, содержащая граничные растворы;
- в) диаграмма с неограниченной растворимостью компонентов.

11. В тройной диаграмме состояния всегда должно выполняться условие:

- а) температура точки невариантного эвтектического равновесия больше температуры точки невариантного перитектического равновесия;
- б) температура точки невариантного эвтектического равновесия меньше температуры точки невариантного перитектического равновесия;
- в) температура точки невариантного эвтектического равновесия равна температуры точки невариантного перитектического равновесия.

12. На диаграмме Р-Т всегда наклонены вправо следующие линии моновариантных двух фазных равновесий:

- а) кривая испарения;
- б) кривая плавления;
- в) кривая сублимации.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач Тема 2. Проводниковые материалы.

1. Металлы в твердом состоянии имеют:
 - а) ионную проводимость;
 - б) фотопроводимость;
 - в) электронную проводимость.
2. Для описания электропроводности металлов следует использовать:

- а) классическую статистику;
- б) статистику Ферми - Дирака;
- в) статистику Бозе - Эйнштейна.

3. Сопротивление металла с ростом температуры:

- а) растет;
- б) падает;
- в) не изменяется.

4. Металлы, у которых заполнена внешняя электронная оболочка, при не заполненной предыдущей, называют:

- а) полуметаллами;
- б) нормальными;
- в) переходными.

5. Единица измерения удельного электрического сопротивления:

- а) Ом;
- б) Ом·м;
- в) Ом/м.

6. Выберите значение удельного электрического сопротивления, характерное для материалов высокой проводимости:

- а) $< 0,1 \text{ мкОм}\cdot\text{м}$;
- б) $< 0,1 \text{ Ом}\cdot\text{м}$;
- в) $< 1 \text{ Ом}\cdot\text{м}$.

7. Бронзы и латуни являются сплавами:

- а) алюминия;
- б) меди;
- в) железа.

8. Алюминий обладает следующими свойствами:

- а) наименьшее из чистых металлов значение удельного сопротивления;
- б) малой плотностью по сравнению с медью;
- в) образование окисной пленки.

9. Сверхпроводящие металлы по магнитным свойствам являются:

- а) идеальными диамагнетиками;
- б) ферромагнетиками;
- в) суперпарамагнетиками.

10. Вольфрам, молибден, тантал, ниобий, цирконий, хром считают:

- а) благородными металлами;
- б) материалами высокой проводимости;
- в) тугоплавкими металлами.

11. При изготовлении электровакуумных приборов используют сплав:

- а) альсифер;
- б) нихром;
- в) ковар.

12. Для изготовления катодов подбирают материал с:

- а) высоким значением энергии ионизации;
- б) высокой проводимостью;
- в) низким значением энергии ионизации

13. Состав 86 % меди, 12 % марганца, 2 % никеля соответствует сплаву:

- а) манганин;
- б) константан;
- в) нихром.

14. Область применения контактолов:

- а) сплав для термопары;

- б) жаростойкий материал;
- в) для создания электрических соединений.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Тема 3. Полупроводниковые материалы.

1. Температурный коэффициент удельного электрического сопротивления полупроводников:

- а) положительный;
- б) отрицательный;
- в) равен 0.

2. Механизм рассеивания носителей при повышенных температурах:

- а) на тепловых колебаниях решетки;
- б) на ионизированных примесях;
- в) на донорных уровнях.

3. Для повышения максимально допустимой рабочей температуры полупроводникового прибора нужен материал:

- а) с большой концентрацией носителей;
- б) с большой подвижностью носителей;
- в) с большой шириной запрещенной зоны.

4. Атомы элементов третьей группы являются для германия:

- а) донорной примесью;
- б) акцепторной примесью;
- в) амфотерной примесью.

5. Наибольшей растворимостью в германии обладают:

- а) мелкие доноры и акцепторы;
- б) многозарядные центры;
- в) поверхностные состояния.

6. Оптимальной технологией выращивания кремниевых кристаллов является:

- а) метод Чохральского;
- б) зонная плавка;
- в) ионная имплантация.

7. Для алмазоподобных полупроводников характерна:

- а) кубическая решетка;
- б) гексагональная решетка;
- в) sp^3 -гибридизация.

8. У полупроводниковых соединений $A^{III}B^V$ характер химической связи:

- а) ковалентная;
- б) смешанная;
- в) металлическая.

9. Для создания гетероперехода используют:

- а) p-n - переход;
- б) контакт металл-полупроводник;
- в) контакт двух полупроводников с одинаковым параметром решетки, но разной шириной запрещенной зоны.

10. Полупроводники типа $A^{II}B^{VI}$ проявляют электропроводность одного типа:

- а) в зависимости от условий получения;
- б) из-за различия в энергии образования вакансий для катионной и анионной подрешеток;
- в) из-за выбора легирующей добавки.

11. Явление политипизма характерно для:

- а) карбида кремния;
- б) кремния и германия;
- в) $A^{IV}B^{VI}$.

Тема 4. Магнитные материалы

1. Трудно поддаются перемагничиванию материалы:

- а) магнитомягкие;
- б) магнитожесткие;
- в) магнитострикционные.

2. Для улучшения магнитных характеристик в электротехническую сталь добавляют:

- а) графит;
- б) никель;
- в) кремний.

3. Область применения пермаллоев:

- а) низкокоэрцитивные сплавы;
- б) высококоэрцитивные сплавы;
- в) материалы с прямоугольной петлей гистерезиса.

4. Ферриты кристаллизуются в решетку:

- а) алмаза;
- б) вюрцита;
- в) шпинели.

5. Как уменьшить потери на перемагничивание в магнитодиэлектрике:

- а) использовать порошок с малым размером зерна;
- б) создавать текстуру;
- в) использовать проводящую связку.

6. Как улучшить магнитные характеристики аморфных металлических сплавов:

- а) увеличить скорость закалки;
- б) использовать легирующие примеси;

в) провести термомагнитную обработку.

7. Лучшие характеристики имеет магнит:

а) с минимальным воздушным зазором между полюсами;

б) с максимальным воздушным зазором между полюсами;

в) с некоторым оптимальным воздушным зазором между полюсами.

8. Затруднение в смещении доменных границ:

а) увеличивает коэрцитивную силу;

б) уменьшает коэрцитивную силу;

в) не влияет на коэрцитивную силу.

9. Недостаток сплавов ални и алнико:

а) высокая стоимость;

б) хрупкость;

в) низкая коэрцитивная сила.

10. Магнитный материал для записи информации должен иметь:

а) прямоугольную петлю гистерезиса;

б) узкую петлю гистерезиса;

в) широкую петлю гистерезиса.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Т-Х-диаграммы состояния трехкомпонентных систем. Способы изображения трехкомпонентных систем.

Тройные диаграммы состояния с неограниченной растворимостью компонентов в жидком и твердом состояниях.

Тройные диаграммы состояния с тройной эвтектикой при отсутствии взаимной растворимости компонентов.

Тройные диаграммы состояния с тройной точкой перитектики.

Диаграммы состояния из 3-х компонентов с двойным устойчивым химическим соединением.

Тройные диаграммы состояния с двойным неустойчивым химическим соединением.

Р-Т и Р- Т -Х- диаграммы состояния.

Основные параметры, характеризующие проводниковые материалы: удельная проводимость, температурный коэффициент удельной проводимости и др. Связь проводимости с электронной структурой материалов. Классификация проводниковых материалов.

Сверхпроводящие металлы и сплавы. Высокотемпературные сверхпроводники. Области применения сверхпроводников.

Тугоплавкие металлы: вольфрам, молибден, рений, тантал, ниобий, цирконий и др. Сплавы тугоплавких металлов.

Благородные металлы: золото, серебро, платина, палладий.

Металлы со средним значением температуры плавления: железо, никель, кобальт. Сплавы для электровакуумных приборов. Припой и флюсы. Материалы для катодов.

Резистивные сплавы на основе меди: манганин, константан.

Хромоникелевые сплавы. Металлы и сплавы для термопар.

Неметаллические проводящие материалы: углеродистые материалы, природный графит, пиролитический углерод, контактолы.

Композиционные проводящие материалы. Жаростойкие материалы для нагревательных элементов на основе карбидов и силицидов.

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

Основные параметры, характеризующие полупроводниковые материалы: концентрация и подвижность электронов и дырок, температурный коэффициент удельной проводимости, ширина запрещенной зоны, энергия активации примесей и др.

Основные требования к полупроводниковым материалам.

Классификация полупроводниковых материалов по типу электропроводности, по химическому составу, по структуре.

Сырьевые материалы и получение кремния. Структура и физико-химические свойства кремния. Основные марки кремния, выпускаемые промышленностью. Применение кремния.

Сырьевые материалы и получение германия. Структура и физико-химические свойства германия. Основные марки германия, выпускаемые промышленностью. Применение германия. Аморфные германий и кремний.

Закономерности образования двойных полупроводниковых фаз. Алмазоподобные полупроводниковые фазы. Равновесные диаграммы состояния, содержащие полупроводниковые соединения.

Полупроводниковые соединения $A^{III}B^V$. Основные свойства. Дефекты структуры и примеси. Применение.

Твердые растворы на основе полупроводникового соединения $A^{III}B^V$.

Полупроводниковые соединения $A^{II}B^{VI}$. Основные свойства. Дефекты структуры и примеси. Применение. Твердые растворы на их основе.

Полупроводниковые соединения $A^{IV}B^{VI}$. Основные свойства. Дефекты структуры и примеси. Применение. Твердые растворы на их основе.

Полупроводниковые соединения $A^I B^{VII}$. Основные свойства. Карбид кремния. Основные физико-химические свойства. Явление политипизма. Применение.

Основные параметры, характеризующие магнитные материалы: магнитная проницаемость, индукция насыщения, остаточная индукция, коэрцитивная сила, коэффициент магнитострикции и др. Классификация магнитных материалов.

Общие требования к материалам. Технически чистое железо. Электротехнические стали. Пермаллои. Технологические вопросы, связанные с применением электротехнических сталей и пермаллоев.

Магнитомягкие ферриты. Магнитодиэлектрики.

Аморфные металлические сплавы.

Общие требования, предъявляемые к материалам. Стабильность постоянных магнитов. Намагничивание и размагничивание постоянных магнитов. Сплавы дисперсионного твердения.

Магнитотвердые ферриты. Магниты из порошков. Сплавы с редкоземельными элементами. Композиционные магнитотвердые материалы. Магнитные материалы для носителей магнитной записи и воспроизведения информации.

Материалы с прямоугольной петлей гистерезиса. Магнитострикционные материалы.

Основные тенденции и направления дальнейшего развития материаловедения. Разработка нетрадиционных материалов для различных устройств на основе новых физических принципов.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). 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	Многофазные системы	ПК-5, ПК-8, ПК-12	Тест, контрольная

			работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
2	Проводниковые материалы	ПК-5, ПК-8, ПК-12	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
3	Полупроводниковые материалы	ПК-5, ПК-8, ПК-12	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
4	Диэлектрики	ПК-5, ПК-8, ПК-12	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
5	Магнитные материалы	ПК-5, ПК-8, ПК-12	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
6	Вспомогательные материалы электронной техники	ПК-5, ПК-8, ПК-12	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....

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.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Сапунов С.В. Материаловедение. Изд. Лань, 2015, 208 с.
2. Сорокин В.С. Материалы и элементы электронной техники. Активные диэлектрики, магнитные материалы, элементы электронной техники. СПб Лань 2016.
3. Янченко Л.И. Физическое материаловедение Учеб. пособие. Воронеж: Воронеж. гос. техн. ун-т, 2005. 207 с.
4. Сост. Ю.Е. Калинин, Л.И. Янченко Методические указания к лабораторным работам № 1-5 по курсу «Физическое материаловедение» для бакалавров направления 223200 «Техническая физика» очной формы обучения / ВГТУ, Воронеж, 2012. 48 с. 68-2012.
5. Пасынков В.В., Сорокин В.С. Материалы электронной техники Учебник. – СПб.: Лань, 2004 г. – 368 с.
6. Калинин Ю.Е. , Янченко Л.И. Методические указания к лабораторным работам № 1-5 по курсу "Физическое материаловедение" для студентов направления 140400 «Техническая физика» очной формы обучения ВГТУ, Воронеж, 2008 г.
7. Янченко Л.И. Методические указания к выполнению курсовых работ по дисциплине «Физическое материаловедение» для студентов направления 16.03.01 «Техническая физика» (профиль «Физическая электроника») очной формы обучения ФГБОУ ВПО «Воронежский го-сударственный технический университет», Воронеж, 2015 № 471-2015
8. Богодухов С.И., Синюхин А.В., Козик Е.С. Курс материаловедения в вопросах и ответах. Машиностроение, 2014. -352 с. Уч. пособ
9. Осинцев О.Е. Диаграммы состояния двойных и тройных систем. Фазовые равновесия в сплавах. Машиностроение. Уч. пособ., 2014. 352 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, Microsoft Excel, Internet Explorer, компьютерная

программа для расчета микротвердости металлов и полупроводников и оценки погрешностей ее измерения, графическая обработка экспериментальных данных Origin 8.0, автоматизированная обработка результатов измерений в лаборатории.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для проведения лекционных занятий необходима аудитория, оснащенная плакатами и пособиями по профилю.

1. Лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой.

2. Учебно-научная лаборатория «Нанотехнологии и наноматериалы».

3. Учебно-научная лаборатория «Технология материалов электронной техники».

4. Учебно-научная лаборатория «Физических методов исследования».

5. Дисплейный класс, оснащенный компьютерными программами для проведения лабораторного практикума.

6. Образцы материалов с особыми свойствами. Лабораторное оборудование: печи, микроскопы, твердомеры, измерительные установки.

7. Модели кристаллических решёток.

8. Модель трехкомпонентной диаграммы состояния.

Видеопроектор.

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

По дисциплине «Физическое материаловедение» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовая работа.

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 приобретение практических навыков расчета на основе диаграмм состояния, подбора материалов с заданными физическими свойствами, обусловленными структурными особенностями материала. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

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. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
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.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	----------------------------	--