



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«МИРЭА — Российский технологический университет»

РТУ МИРЭА

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор

_____ Н.И. Прокопов
« ____ » _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

2.1.6 «Материаловедение»

Научная специальность
2.6.17 «Материаловедение»

Форма обучения
Очная

Москва 2025

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины 2.6.17 «Материаловедение» являются:

1. Получение представления о структуре и свойствах различных групп материалов, а также о подходах к управлению свойствами материалов.
2. Формирование компетенций в области исследования и проведения широкого спектра испытаний материалов различными методами.

2. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Дисциплина «Материаловедение» является обязательной дисциплиной образовательного компонента блока «Дисциплины (модули)» учебного плана научной специальности 2.6.17 «Материаловедение».

3. Требования к результатам освоения дисциплины «Материаловедение»

В ходе освоения дисциплины «Материаловедение» идет дальнейшее формирование элементов (знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности) аспиранта:

способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, способность к пониманию основных проблем в своей предметной области, выбору методов и средств их решения;

способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой своих исследований;

способность анализировать состояние научно-технической проблемы, систематизировать и обобщать научно-техническую информацию по теме исследований;

способность оценивать научную значимость и перспективы прикладного использования результатов исследований.

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

Знать:

основные параметры, используемых для оценки структуры и свойств материалов, закономерности процесса кристаллизации, изменения, происходящие при пластической деформации материала, основные классы материалов, применяемых в машино- и приборостроении.

Уметь:

правильно подобрать материал для изделия в зависимости от условий его работы и формулировать требования к нему.

Владеть:

навыками разработки новых технологических схем для получения материалов с заданными свойствами.

4. Содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины «Материаловедение» составляет 3 зачетных единицы (108 акад. часов).

4.1. Распределение объема дисциплины по разделам (темам), семестрам, видам учебной работы и формам контроля.

№ раздела	Семестр	Неделя семестра	Объем (в акад. час.)							Формы текущего контроля успеваемости <i>(по неделям семестра)</i> Формы промежуточной аттестации <i>(по семестрам)</i>	
			Всего	Контактная работа (по видам учебных занятий)				СР	Контроль		
				Всего	ЛК	ПР	СР под рук.				
1	4	1-2	10	4	2	2		4	2	Устное собеседование; выполнение практических заданий	
2	4	3-4	10	4	2	2		4	2	Устное собеседование; выполнение практических заданий	
3	4	5-6	10	4	2	2		4	2	Устное собеседование; выполнение практических заданий	
4	4	7-8	10	4	2	2		4	2	Устное собеседование; выполнение практических заданий	
5	4	9-10	10	4	2	2		4	2	Устное собеседование; выполнение практических заданий	
6	4	11-12	10	4	2	2		4	2	Устное собеседование; выполнение практических заданий	
7	4	13-14	10	4	2	2		4	2	Устное собеседование; выполнение практических заданий	
8	4	15-16	10	4	2	2		4	2	Устное собеседование; выполнение практических заданий	
9	4	17-18	12	4	2	2		4	4	Устное собеседование; выполнение практических заданий	
По материалам курса			16						16	Экзамен	
Всего в 4 семестре:			108	36	18	18	0	36	36		
Всего:			108	36	18	18	0	36	36		

4.2. Наименование и содержание разделов дисциплины

Номер темы	Наименование темы	Содержание темы
1.	Строение материалов. Дефекты кристаллической структуры.	Введение. Особенности атомно-кристаллического строения. Понятие об изотропии и анизотропии. Аллотропия или полиморфные превращения. Магнитные превращения. Дефекты кристаллического строения. Точечные дефекты. Линейные дефекты: Простейшие виды дислокаций — краевые и винтовые.
2.	Фазовые превращения.	Изотропность аморфного состояния вещества. Ближний порядок структурирования стеклообразного состояния. Аморфизация вещества: кинетические и термодинамические закономерности.
3.	Кристаллизация. Теория сплавов.	Механизм и закономерности кристаллизации металлов. Условия получения мелкозернистой структуры. Строение металлического слитка. Определение химического состава. Изучение структуры. Физические методы исследования материалов. Механические испытания материалов. Понятие о сплавах и методах их получения. Основные понятия в теории сплавов. Особенности строения, кристаллизации и свойств сплавов: механических смесей, твердых растворов, химических соединений. Классификация сплавов твердых растворов. Кристаллизация сплавов.
4.	Фазовое равновесие. Диаграммы фазового состояния. Железоуглеродистые сплавы.	Диаграмма состояния. Диаграммы состояния двухкомпонентных сплавов. Диаграмма состояния сплавов с неограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии (сплавы твердые растворы с неограниченной растворимостью). Диаграмма состояния сплавов с отсутствием растворимости компонентов в твердом состоянии (механические смеси). Диаграмма состояния сплавов с ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии. Диаграмма состояния сплавов, компоненты которых образуют химические соединения. Диаграмма состояния сплавов, испытывающих фазовые превращения в твердом состоянии (переменная растворимость). Связь между свойствами сплавов и типом диаграммы состояния. Черные и цветные металлы. Железоуглеродистые сплавы. Диаграмма состояния железо — углерод. Структуры железоуглеродистых сплавов. Компоненты и фазы железоуглеродистых сплавов. Процессы при структурообразовании железоуглеродистых сплавов. Структуры железоуглеродистых сплавов. Стали. Классификация и маркировка сталей. Чугуны. Диаграмма состояния железо — графит. Строение, свойства, классификация и маркировка серых чугунов.
5.	Цветные металлы и	Свойства алюминия. Получение алюминия.

Номер темы	Наименование темы	Содержание темы
	сплавы на их основе.	Алюминиевые сплавы. Получение и основные свойства магния. Магниевого сплавы. Промышленное использование сплавов магния. Получение и основные свойства титана. Титановые сплавы. Использование титана и его сплавов в качестве конструкционных материалов. Получение и свойства меди. Сплавы меди. Промышленное использование меди и ее сплавов.
6.	Полимерные материалы.	Понятие полимеров. Основные характеристики полимерных материалов. Синтез полимеров. Молекулярно-массовое распределение. Молекулярная и надмолекулярная структура полимеров. Фазовые и физические состояния полимеров. Пластики и эластики. Термо- и реактопластичные полимерные материалы. Физико-механические и электрические характеристики полимеров.
7.	Неорганические стекла и ситаллы.	Структура неорганических стекол. Стеклообразующие и модификаторы. Силикатные стекла. Борные стекла. Алюмосиликатные стекла. Технологические особенности получения неорганических стекол. Понятие ситаллов. Структура ситаллов. Способы кристаллизации при получении ситаллов с заданными свойствами. Диэлектрические и физико-механические характеристики ситаллов.
8.	Композиционные материалы.	Понятие композиционных материалов. Классификация композитов. Структура композитов. Композиты с металлической, полимерной и неорганической матрицами. Упрочняющий наполнитель. Структуры композиционных материалов. Полиармированные композиты. Эффективность армирования. Способы получения композитов. Физико-механические свойства композиционных материалов. Структура и технология композиционных материалов. Композиты с различными наполнителями и матрицами. Микроструктурный анализ композиционных материалов с дисперсным наполнителем.
9.	Конструкционные материалы. Материалы с особыми свойствами	Конструкционные материалы. Легированные стали. Конструкционные стали. Легированные стали. Влияние элементов на полиморфизм железа. Влияние легирующих элементов на превращения в стали. Влияние легирующих элементов на превращение перлита в аустенит. Классификация легированных сталей. Классификация конструкционных сталей. Углеродистые стали. Цементуемые и улучшаемые стали. Высокопрочные, пружинные, шарикоподшипниковые, износостойкие и автоматные стали. Инструментальные стали. Стали для режущего инструмента. Углеродистые инструментальные стали.

Номер темы	Наименование темы	Содержание темы
		<p>Легированные инструментальные стали. Быстрорежущие стали. Стали для измерительных инструментов. Твердые сплавы.</p> <p>Коррозионностойкие пассивирующие и непассивирующие материалы. Коррозионностойкие стали. Жаростойкие металлы и сплавы. Основные группы жаропрочных материалов. Хладостойкие материалы.</p> <p>Характеристики износа и виды изнашивания. Закономерности изнашивания деталей, образующих пары трения, и пути уменьшения их износа. Материалы, устойчивые к абразивному изнашиванию. Материалы, устойчивые к усталостному виду изнашивания. Материалы, устойчивые к изнашиванию в условиях больших давлений и ударных нагрузок. Антифрикционные материалы. Фрикционные материалы.</p>

4.3. Лабораторные работы (ЛБ)

Учебным планом не предусмотрены.

4.4. Практические занятия (ПР)

№ п/п	Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (в акад. часах)
1.	1	Анализ влияния дефектов кристаллического строения на механические характеристики сплавов.	2
2.	2	Анализ диаграммы состояния железо-цементит.	2
3.	3	Анализ влияния технологических параметров на литейные характеристики металлов и сплавов.	2
4.	4	Анализ диаграмм состояния с ограниченной и неограниченной растворимостью компонентов.	2
5.	5	Анализ диаграммы состояния титановых сплавов.	2
6.	6	Исследование процесса ограниченного набухания полимера	2
7.	7	Анализ сырьевых материалов для производства стекла	2
8.	8	Анализ структуры композиционных материалов и ее влияние на характеристики КМ.	2
9.	9	Анализ результатов ускоренных коррозионных испытаний металлов и сплавов.	2
Всего:			18

5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Виды самостоятельной работы обучающегося, порядок и сроки ее

выполнения:

подготовка к лекциям и практическим занятиям с использованием конспекта лекций, материалов практических занятий и приведенных ниже (п 8.1 и 8.2) источников (в соответствии с расписанием занятий);

оформление отчетов по выполненным практическим заданиям и теоретическая подготовка к их сдаче (в соответствии с расписанием занятий).

Перечень вопросов для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации — в соответствии с тематикой дисциплины.

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1. Описание показателей и критериев оценивания знаний, умений и владений на различных этапах их формирования, описание шкал оценивая

6.1.1. Показатели и критерии оценивания, используемые шкалы оценивания

Показатели оценивания	Критерии оценивания	Средства оценивания	Шкалы оценивания
Умение	Правильность выполнения учебных заданий, аргументированность выводов	<i>Текущий контроль:</i> выполнение устных/письменных заданий, тестирование <i>Промежуточная аттестация:</i> экзамен	Шкала 1
Знание	Правильность и полнота ответов, глубина понимания вопроса	<i>Текущий контроль:</i> выполнение устных/письменных заданий, тестирование <i>Промежуточная аттестация:</i> экзамен	Шкала 1
Владение	Обоснованность и аргументированность выполнения учебной деятельности	<i>Текущий контроль:</i> выполнение практического задания, тестирование <i>Промежуточная аттестация:</i> экзамен	Шкала 2

6.1.2. Описание шкал оценивания степени сформированности знаний, умений и владений

***Шкала 1.* Оценка сформированности знаний, умений и владений**

Обозначения		Формулировка требований к степени сформированности знаний, умений и владений		
Цифр.	Оценка			
		Знать	Уметь	Владеть
1	Неудовлетворительно	Отсутствие знаний	Отсутствие умений	Отсутствие навыков
2	Неудовлетворительно	Фрагментарные	Частично	Фрагментарное

Обозначения		Формулировка требований к степени сформированности знаний, умений и владений		
Цифр.	Оценка	Знать	Уметь	Владеть
		знания	освоенное умение	применение
3	Удовлетворительно	Общие, но не структурированные знания	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение	В целом успешное, но не систематическое применение
4	Хорошо	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	В целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков
5	Отлично	Сформированные систематические знания	Сформированное умение	Успешное и систематическое применение навыков

Шкала 2. Комплексная оценка сформированности знаний, умений и владений

Обозначения		Формулировка требований к степени сформированности знаний, умений и владений
Цифр.	Оценка	
1	Неудовлетворительно	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале
2	Удовлетворительно или неудовлетворительно (по усмотрению преподавателя)	Знать на уровне ориентирования , представлений. Субъект учения знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает их в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения
3	Удовлетворительно	Знать и уметь на репродуктивном уровне. Субъект учения знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях
4	Хорошо	Знать, уметь, владеть на аналитическом уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения
5	Отлично	Знать, уметь, владеть на системном уровне. Субъект учения знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания

Обозначения		Формулировка требований к степени сформированности знаний, умений и владений
Цифр.	Оценка	
		устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания учебной дисциплины, его значимость в содержании учебной дисциплины

6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования знаний, умений и владений в процессе освоения образовательной программы.

Типовые вопросы и задания для текущего контроля (оценка сформированности элементов (знаний, умений, навыков) в рамках текущего контроля по дисциплине) по разделам дисциплины

Примеры вопросов по теме 1:

Дефект Шоттки представляет собой....

Примеры вопросов по теме 2:

Условиями протекания фазовых превращений являются...

Примеры вопросов по теме 3:

Классическая структура слитка включает в себя следующие зоны...

Примеры вопросов по теме 4:

Ковкий чугун имеет структуру, представляющую собой....

Примеры вопросов по теме 5:

Основными характеристиками титана и сплавов на его основе являются...

Примеры вопросов по теме 6:

Термопласты характеризуются следующими свойствами...

Примеры вопросов по теме 7:

Ситаллы представляют собой...

Примеры вопросов по теме 8:

Перечислите разновидности композиционных материалов.

Примеры вопросов по теме 9:

Инструментальные стали представляют собой...

Пример практического задания по теме 1:

Проанализируйте влияние плотности дислокаций на прочностные характеристики сплава.

Пример практического задания по теме 2:

Проанализируйте влияние температуры на протекание фазовых превращений в сплаве.

Пример практического задания по теме 3:

Проанализируйте структуру металлического слитка и дайте рекомендации по устранению литейных дефектов.

Пример практического задания по теме 4:

Проанализируйте влияние содержания углерода на механические характеристики чугуна.

Пример практического задания по теме 5:

Проанализируйте влияние режимов термической обработки алюминиевого сплава на его механические характеристики.

Пример практического задания по теме 6:

Проанализируйте влияние температуры на растворимость полимера.

Пример практического задания по теме 7:

Выполните анализ сырьевых материалов для производства стекла.

Пример практического задания по теме 8:

Проведите анализ структуры композиционного материала.

Пример практического задания по теме 9:

Проанализируйте результаты, полученные в ходе проведения ускоренных коррозионных испытаний.

Перечень вопросов для подготовки к экзамену (оценка сформированности элементов (знаний, умений, навыков) в рамках промежуточной аттестации по дисциплине).

1. Кристаллическое строение металлов. Атомно-кристаллическая структура металлов. Элементарная ячейка кристалла и ее параметры.
2. Дефекты кристаллического строения.
3. Формирование структуры сплавов при кристаллизации. Кристаллизация, строение металлического слитка, полиморфные превращения.
4. Железо и сплавы на его основе. Классификация, состав, свойства, область применения.
5. Стали. Классификация, маркировка, характеристики, область применения.
6. Чугуны. Классификация, маркировка, характеристики, область применения.
7. Технология термической обработки стали.
8. Технология химико-термической обработки стали.
9. Алюминий и сплавы на основе алюминия. Классификация, свойства, область применения.
10. Медь и сплавы на основе меди. Классификация, свойства, область применения.
11. Деформация и разрушение металлов. Виды напряжений, упругая и пластическая деформации металлов. Разрушение металлов.
12. Механические свойства металлов. Общая характеристика.
13. Технологические свойства материалов.
14. Твердость, методы определения.
15. Конструкционная прочность, методы определения.
16. Пластичность, методы определения.

17. Коррозионная стойкость металлов, методы определения.
18. Жаропрочность, методы определения.
19. Химическая стойкость материалов, методы определения.
20. Литейные свойства. Методы определения.
21. Пластические массы. Термопласты, термореактопласты.
22. Полиэтилен. Основные характеристики, область применения.
23. Полипропилен. Основные характеристики, область применения.
24. Полистирол. Основные характеристики, область применения.
25. Фторопласт. Основные характеристики, область применения.
26. ПВХ. Основные характеристики, область применения.
27. Лакокрасочные материалы. Классификация, разновидности, состав, свойства, область применения.
28. Керамические материалы. Классификация, разновидности, состав, свойства, область применения.
29. Стекла. Классификация, разновидности, состав, свойства, область применения.
30. Композиционные материалы. Классификация, разновидности, состав, свойства.

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

Процедуры и средства оценивания элементов знаний, умений и владений по дисциплине «Материаловедение»

Процедура проведения	Средство оценивания				
	Текущий контроль				Промежуточный контроль
	Выполнение устных заданий	Выполнение письменных заданий	Выполнение практических заданий	Выполнение тестовых заданий	Экзамен
Продолжительность контроля	По усмотрению преподавателя	По усмотрению преподавателя	По усмотрению преподавателя	По усмотрению преподавателя	В соответствии с принятыми нормами времени
Форма проведения контроля	Устный опрос	Письменный опрос	Письменный опрос	Письменный опрос	В письменной форме
Вид проверочного задания	Устные вопросы	Письменные задания	Практические задания	Письменный опрос	Экзаменационный билет
Форма отчета	Устные ответы	Ответы в письменной форме	Ответы в письменной форме	Ответы в письменной форме	Ответы в письменной форме
Раздаточный материал	Нет	Справочная литература	Справочная литература	Справочная литература	Справочная литература

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина «Материаловедение» предусматривает лекции и практические занятия. Успешное изучение дисциплины требует посещения лекций, активной работы на практических занятиях, выполнения учебных заданий преподавателя,

ознакомления с основной и дополнительной литературой.

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на практическое занятие и указания на самостоятельную работу.

При подготовке к лекционным занятиям аспирантам необходимо: перед очередной лекцией необходимо просмотреть конспект материала предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях.

Практические занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, а также для контроля преподавателем степени подготовленности аспирантов по изучаемой дисциплине.

При подготовке к практическому занятию аспиранты имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя.

При подготовке к практическим занятиям аспирантам необходимо:

приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию;

до очередного практического занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятия;

в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения;

в ходе семинара давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов; на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

Аспирантам, пропустившим занятия (независимо от причин), не имеющие письменного решения задач или не подготовившиеся к данному практическому занятию, рекомендуется не позже чем в 2-недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме, изучавшейся на занятии. Аспиранты, не отчитавшиеся по каждой не проработанной ими на занятиях теме к началу экзаменационной сессии не допускаются к экзамену.

8. Ресурсное обеспечение дисциплины

8.1. Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины

а) основная литература:

1. Н. Варгасов, М. Радкевич. Материаловедение. Учебное пособие. — Инфра-Инженерия, 2022. — 208 с.

2. Ю.П. Земсков, Е.В. Асмолова. Материаловедение. Учебное пособие. — Лань, 2021. — 228 с.

б) дополнительная литература:

3. О.С. Сироткин. Основы современного материаловедения. — ИНФРА-М, 2019. — 364 с.

4. А.А. Черепяхин, А.А. Смолькин. Материаловедение. Учебник. — ИНФРА-М, 2019. — 288 с.

5. В.И. Иржак. Структура и свойства полимерных материалов. Учебное пособие. — Лань, 2019. — 168 с.

6. А.Г. Кобелев. Материаловедение. Технология композиционных материалов. Учебник. — Кнорус, 2019. — 270 с.

8.2. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимые для освоения дисциплины

1. <http://library.mirea.ru/>

научно-техническая библиотека РТУ МИРЭА

2. <https://e.lanbook.com/>

электронно-библиотечная системы (ЭБС) Издательства «Лань»

8.3. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем:

- пакет офисных программ Microsoft Office;
- пакет офисных программ LibreOffice;
- среда для разработки программного обеспечения Qt Creator 5.6.

8.4. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

- учебная аудитория;
- компьютерный класс.