

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 16.10.2023 14:48:05
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета машиностроения

**/Е.В. Сафонов/**

« 16 » 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Термодинамика материалов»

Направление подготовки

22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Профиль подготовки

«Перспективные материалы и технологии»

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

очная

Москва 2020 г.

Программа составлена в соответствии с ФГОС ВО и учебным планом по направлению подготовки

22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» профиль подготовки «Перспективные материалы и технологии»

Программу составили



доцент, к.ф.-м.н. Т.Ю.Скакова

Программа дисциплины «Термодинамика материалов» по направлению подготовки 22.03.01

«Материаловедение и технологии материалов» утверждена на заседании кафедры «Материаловедение»

«22» июня 2020г

протокол №

Зав. кафедрой



/А.Д.Шляпин/

Программа согласована с руководителем образовательной программы

И.А.Курбатова

«27» июня 2020г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета машиностроения

Председатель комиссии



«25» июня 2020г.

Протокол № 8-20

22.03.01 / 01 / 06

1. Цели и задачи освоения дисциплины.

К **основным целям** освоения дисциплины «**Термодинамика материалов**» следует отнести:

- подготовка студента к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению;
- формирование общетехнических знаний и умений по данному направлению;
- целенаправленное применение базовых знаний в области термодинамики материалов и в профессиональной деятельности;
- познание природы и свойств физико-химических процессов, а также методов их оптимизации для наиболее эффективного использования в технике.

К **основным задачам** освоения дисциплины «**Термодинамика материалов**» следует отнести:

- развитие практических навыков по вопросам, связанным с применением основных законов термодинамики материалов, закономерностей формирования структуры материалов

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.

Дисциплина «**Термодинамика материалов**» относится к числу учебных дисциплин вариативной части ООП бакалавриата. **Термодинамика материалов** – наука, изучающая закономерности фазовых переходов в различных материалах. Законы термодинамики материалов позволяют решать фундаментальные задачи материаловедения, связанные с закономерностями формирования структуры при кристаллизации, полиморфных превращениях, распаде пересыщенных твердых растворов и других фазовых превращениях.

Законы термодинамики материалов служат теоретической основой других разделов материаловедения, а также многих процессов технологии материалов. Освоение этой дисциплины дает знания, позволяющие оптимизировать технологические процессы, обеспечивать оптимальное сочетание свойств материалов. Этим обусловлена важнейшая роль термодинамики материалов в общетехнической подготовке бакалавров-материаловедов.

Дисциплина «**Термодинамика материалов**» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)»:

- Химия;
- Физика;

В вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)»:

- Технология конструкционных материалов;
- Теория строения материалов.

- Металлические материалы
- Теория и технология термической обработки
- Нанотехнологии.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-3	готовностью применять фундаментальные математические, естественнонаучные и общепрофессиональные знания в профессиональной деятельности	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - начала термодинамики и основные уравнения химической термодинамики; - термодинамику фазовых превращений <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать законы термодинамики при анализе и решении проблем в материаловедении; - анализировать фазовые превращения в материалах <p>владеть:-</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками построения и анализа диаграмм фазового равновесия. - навыками анализа диаграмм фазового равновесия реальных систем
ОПК-4	Способностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основы теории фазовых превращений и принципы построения диаграмм фазового равновесия <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать основные законы термодинамики материалов, термодинамические справочные данные для решения профессиональных задач; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками анализа диаграмм фазового равновесия реальных бинарных и тройных систем

ПК-4	<p>способностью использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации</p>	<p>знать: - методы термодинамического описания фазовых равновесий в многокомпонентных системах;</p> <p>уметь: - прогнозировать влияние различных факторов на фазовые равновесия - устанавливать границы устойчивости фаз, определять составы сосуществующих фаз в бинарных гетерогенных системах.</p> <p>владеть: - методами проведения анализа фазовых равновесий, равновесных и метастабильных структур</p>
------	---	--

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (**108 академических часа**, из них 54 часов – самостоятельная работа студентов) все 2 семестре. Структура и содержание дисциплины «Термодинамика материалов» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

Лекции – 2 час в неделю. Всего 36 часов.

Семинарские занятия – 1 час в неделю. Всего 18 часов.

Форма контроля – зачет.

Содержание разделов дисциплины

Вводная часть

Значение термодинамики материалов как фундаментальной дисциплины, представляющей теоретическую основу для материаловедения и технологии материалов. Значение и задачи курса термодинамики материалов. Работы отечественных и современных ученых в области термодинамики. Методы термодинамики материалов. Основные термины термодинамики.

Классическая термодинамика: основные понятия и определения

Термодинамические функции состояния – температура, давление, объем, внутренняя энергия, Теплота и работа как формы передачи энергии. Термодинамические процессы – конечные и бесконечно малые. Первое начало термодинамики. Тепловые эффекты химических реакций. Вывод закона Гесса. Энтальпия. Теплоемкость при постоянном давлении и при постоянном объеме. Зависимость теплоемкости от температуры.

Энтропия и третье начало термодинамики

Обратимые и равновесные процессы. Второе начало термодинамики. Энтропия. Третье начало термодинамики. Расчет изменений энтропии при фазовых превращениях, при нагревании

при постоянном давлении, при химических реакциях. Критерии самопроизвольного протекания процессов и критерий равновесия в изолированных системах.

Объединенное уравнение 1-го и 2-го начал термодинамики. Расчет максимальной полезной работы для изобарно-изотермических и изохорно-изотермических процессов. Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца как термодинамические потенциалы.

Третье начало термодинамики. Понятие абсолютного нуля.

Термодинамика фазовых превращений

Процесс кристаллизации.

Гомогенная (самопроизвольная) кристаллизация. Энергетические условия процесса кристаллизации: изменение энергии Гиббса и степень переохлаждения. Механизм процесса кристаллизации. Модель роста кристалла. Параметры кристаллизации: число центров кристаллизации и скорость роста кристаллов. Гетерогенное образование зародышей. Закономерности формирования структуры при кристаллизации.

Фазовые превращения в твердом состоянии

Полиморфные превращения. Процесс кристаллизации и фазовые превращения в сплавах Фаза, компонент. Правило фаз Гиббса. Понятие о диаграммах фазового равновесия.

Правило фаз Гиббса. Равновесие в двухкомпонентных системах

Диаграмма состояния для случая полной взаимной растворимости компонентов.

Построение диаграммы состояния методом термического анализа. Неравновесная кристаллизация. Дендритная (внутрикристаллитная) ликвация. Система с точкой минимума на диаграмме состояния. Система с расслоением в твердом состоянии.

Диаграмма состояния сплавов, образующих ограниченные твердые растворы и эвтектику

Диаграмма состояния двойной системы с практически полной нерастворимостью компонентов в твердом состоянии. Диаграмма состояния двойной системы с практически полной нерастворимостью компонентов в твердом состоянии и одной ветвью ликвидуса. Диаграмма состояния сплавов, образующих ограниченные твердые растворы и перитектику.

Диаграммы фазового равновесия с промежуточными фазами (химическими соединениями)

Диаграммы фазового равновесия с промежуточными фазами. Системы с конгруэнтно плавящимися промежуточными фазами. Системы с инконгруэнтно плавящимися промежуточными фазами. Примеры диаграмм состояния с промежуточными фазами (химическими соединениями) в реальных металлических системах.

Диаграммы состояния сплавов, компоненты которых имеют полиморфные превращения

Типичные диаграммы состояния сплавов с полиморфными превращениями. Сложные диаграммы фазового равновесия. Примеры сложных диаграмм состояния реальных систем с полиморфными превращениями.

Понятие о диаграммах состояния тройных систем

Концентрационный треугольник. Изотермические сечения. Политермические сечения.

Термодинамика метастабильных состояний

Проблема стабильности структурно-фазового состояния материалов. Движущие силы изменения структурно-фазового состояния. Термодинамические аспекты механизма превращения в твердом состоянии.

5. Образовательные технологии.

Методика преподавания дисциплины «Термодинамика материалов» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме бланкового тестирования;
- проведение интерактивных занятий по процедуре подготовки к интернет-тестированию
- использование интерактивных форм текущего контроля в форме аудиторного и внеаудиторного интернет-тестирования;
- проведение контрольных работ.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Физическая химия» и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 33% от объема аудиторных занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Текущий контроль успеваемости проводится по следующим критериям:

- активное участие в обсуждении результатов работы на семинарских занятиях, работа у доски;
- защита результатов выполнения заданий для самостоятельной работы;
- выполнение контрольных работ.

Образцы контрольных работ, заданий на самостоятельную работу (расчетно-графических работ), вопросы для подготовки к зачету, приведены в Приложении 2.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ОПК-3	готовностью применять фундаментальные математические, естественнонаучные и общеинженерные знания в профессиональной деятельности
ОПК-4	способностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач
ПК-4	способностью использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ОПК-3 - готовностью применять фундаментальные математические, естественнонаучные и общеинженерные знания в профессиональной деятельности

Показатель	Критерии оценивания	
	незачтено	зачтено
знать: - начала термодинамики и основные уравнения химической термодинамики; - термодинамику фазовых превращений	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: начала термодинамики и основные уравнения химической термодинамики; - термодинамику фазовых превращений	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: начала термодинамики и основные уравнения химической термодинамики; - термодинамику фазовых превращений
уметь: - использовать законы термодинамики при анализе и решении проблем в материаловедении; - анализировать фазовые превращения в материалах	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет использовать законы термодинамики при анализе и решении проблем в материаловедении; - анализировать фазовые превращения в материалах	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: - использовать законы термодинамики при анализе и решении проблем в материаловедении; - анализировать фазовые превращения в материалах Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.
владеть: - навыками построения и анализа диаграмм фазового равновесия. - навыками анализа диаграмм фазового равновесия реальных систем	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками	Обучающийся в полном объеме владеет навыками построения и анализа диаграмм фазового равновесия. - навыками анализа диаграмм фазового равновесия реальных систем, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.
ОПК-4 - способностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач		

<p>знать:</p> <p>- основы теории фазовых превращений и принципы построения диаграмм фазового равновесия</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знания основ теории фазовых превращений и принципы построения диаграмм фазового равновесия</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное знание основ теории фазовых превращений и принципы построения диаграмм фазового равновесия, свободно оперирует приобретенными знаниями. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.</p>
<p>уметь:</p> <p>- использовать основные законы термодинамики материалов, термодинамические справочные данные для решения профессиональных задач;</p>	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет - использовать основные законы термодинамики материалов, термодинамические справочные данные для решения профессиональных задач;</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: - использовать основные законы термодинамики материалов, термодинамические справочные данные для решения профессиональных задач; Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>
<p>владеть:</p> <p>- навыками анализа диаграмм фазового равновесия реальных бинарных и тройных систем</p>	<p>Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками анализа диаграмм фазового равновесия реальных бинарных и тройных систем</p>	<p>Обучающийся в полном объеме владеет навыками анализа диаграмм фазового равновесия реальных бинарных и тройных систем. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>

ПК-4 - способностью использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации

<p>знать:</p> <p>- методы термодинамического описания фазовых равновесий в многокомпонентных системах;</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: методы термодинамического описания химических и фазовых равновесий в многокомпонентных системах;</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: методы термодинамического описания химических и фазовых равновесий в многокомпонентных системах;</p>
---	--	---

<p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - прогнозировать влияние различных факторов на фазовые равновесия - устанавливать границы устойчивости фаз, определять составы сосуществующих фаз в бинарных гетерогенных системах. 	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет прогнозировать влияние различных факторов на фазовые равновесия</p> <ul style="list-style-type: none"> - устанавливать границы устойчивости фаз, определять составы сосуществующих фаз в бинарных гетерогенных системах. 	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний:</p> <ul style="list-style-type: none"> прогнозировать влияние различных факторов на фазовые равновесия - устанавливать границы устойчивости фаз, определять составы сосуществующих фаз в бинарных гетерогенных системах.
<p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами проведения анализа фазовых равновесий, равновесных и метастабильных структур 	<p>Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами проведения анализа фазовых равновесий, равновесных и метастабильных структур.</p>	<p>Обучающийся в полном объеме владеет методами проведения анализа фазовых равновесий, равновесных и метастабильных структур.</p>

а. Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «незачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Физическая химия в материаловедении» (прошли промежуточный контроль, выполнили задания на самостоятельную работу.)

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей,

	оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в Приложении 2 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение

Основная литература

1. Мартынова, Т.В. Физическая химия: учебное пособие [Электронный ресурс]/ Т.В. Мартынова; под ред. автора.- М.: Университет машиностроения, 2012. – 124с. – URL:<http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyu-katalog>
2. Лахтин Ю. М., Леонтьева В. П. Материаловедение: Учебник для высших технических учебных заведений. — 3-е изд., перераб. И доп. —М.: Машиностроение, 1990. —528 с.
3. Лившиц Б.Г. Металлография : Учеб. Для металлург. Спец. Вузов / Б. Г. Лившиц. – 3-е изд., перераб. И доп. – М. : Металлургия, 1990. – 333с.
4. Новиков И.И. (1994) Металловедение, термообработка и рентгенография, Издательство: МИСИС1994,

Дополнительная литература

1. Физическая химия: в 2-х кн.: учеб. для вузов /К.С.Краснов, Н.К. Воробьев, И.Н. Годнев и др.; под ред.К.С.Краснова .-3-е изд., испр.-М.: Высш. Школа. Кн. 1:Строение вещества. Термодинамика.-2001.-512с.:ил.
2. Жуховицкий А.А., Шварцман Л.А. Физическая химия. М.: Металлургия 1987.
3. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия. М.: Высшая школа, 2001.

Программное обеспечение и интернет-ресурсы

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Программное обеспечение не предусмотрено.

Полезные учебно-методические и информационные материалы представлены на сайтах:

[http:// mospolytech.ru/index.php?id=309](http://mospolytech.ru/index.php?id=309)

www.twirpx.com

<http://metall-2006.narod.ru>

<http://www.iqlib.ru>

www.vlab.wikia.com

<http://chemicsoft.ru/>

<http://chemistry-chemists.com/chemister/chemie.htm>

<http://www.alleng.ru/edu/chem9.htm>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория для лекционных, лабораторных, практических занятий ав.1316. 115280, г. Москва, Автозаводская, д. 16	Столы учебные со стульями, аудиторная доска; переносной проектор. Рабочее место преподавателя: стол, стул. Учебное лабораторное оборудование: микроскоп АЛЬТАМИ микроскоп МИМ-7 твердомер ТКС-1М, наглядные пособия.
Аудитория для лекционных, лабораторных, практических занятий ав.1313. 115280, г. Москва, Автозаводская, д. 16	Столы учебные со стульями, аудиторная доска. Рабочее место преподавателя: стол, стул; переносной проектор + экран, компьютер. Учебное и лабораторное оборудование: твердомер ТР 5006; шкафы для хранения с учебно-методической и научной литературой, наглядные пособия (плакаты).
Аудитория для лекционных, лабораторных, практических занятий ав.1304. 115280, г. Москва, Автозаводская, д. 16	Столы учебные со стульями, аудиторная доска. Рабочее место преподавателя: стол, стул Учебное лабораторное оборудование: микроскопы ZASILACZMIKPOSKOPOWYtypTVO 6/20.; твердомер ТР 5006 микротвердомеры ПМТ-3М лупы Бринелля.; микроскопы АЛЬТАМИ комплекты образцов для лабораторных работ; шкафы для хранения оборудования и расходных материалов, наглядные пособия.

Другое

1. *Раздаточный материал по всем разделам курса.*

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов.

Успешное изучение курса требует посещения лекций, активной работы на семинарских занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой. Во время лекции студент должен вести краткий конспект. Дома самостоятельно работая с конспектом, студенту необходимо пометить материалы, которые вызывают затруднения для понимания. При этом обучающийся должен найти ответы на вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если ему самому не удастся разобраться в

материале, необходимо сформулировать вопросы и обратиться за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции. Обучающемуся необходимо регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Каждый студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала.

Важно полнее учесть обстоятельства своей работы, уяснить, что является главным на данном этапе, какую последовательность работы выбрать, чтобы выполнить ее лучше и с наименьшими затратами времени и энергии.

Для плодотворной работы немаловажное значение имеет обстановка, организация рабочего места. Нужно добиться, чтобы место работы по возможности было постоянным. Работа на привычном месте делает ее более плодотворной. Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать перерыв на 10-15 минут.

При самостоятельной проработке домашних заданий и написания индивидуальных работ студентам рекомендуется пользоваться библиотечным фондом литературы (учебниками и периодическими изданиями), а также методическими указаниями по выполнению самостоятельных работ.

10. Методические рекомендации для преподавателя.

Основным требованием к преподаванию дисциплины является творческий, проблемно-диалоговый интерактивный подход, позволяющий повысить интерес студентов к содержанию учебного материала.

Основная форма изучения и закрепления знаний по этой дисциплине – лекционная и практическая. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение лабораторных занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Основу учебных занятий по дисциплине составляют лекции. В процессе обучения студентов используются различные виды учебных занятий (аудиторных и внеаудиторных): лекции, семинарские занятия, консультации и т.д. На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения, раскрыть место и роль

дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям по курсу «Термодинамика материалов» необходимо продумать план их проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия, определить средства материально-технического обеспечения лекционного занятия и порядок их использования в ходе чтения лекции. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категорийный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

При этом во всех частях лекции необходимо вести диалог со студентами и давать студентам возможность дискутировать между собой.

Цель практических занятий обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

В лекционных или практических необходимо вести диалог со студентами и давать студентам возможность дискутировать между собой.

Преподаватель, принимающий экзамен, лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

Структура и содержание дисциплины «Термодинамика материалов» по направлению

Направление подготовки **22.03.01 «Материаловедение и технология материалов»**

Профиль подготовки «Перспективные материалы и технологии»

(бакалавр)

очная форма обучения

Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
			Л	П/С	Лаб.	СРС	КСР	КР	КП	РГР	Реф.	К/Р	Э	З
<p>1. <i>Введение</i> Значение термодинамики материалов как фундаментальной дисциплины, представляющей теоретическую основу для материаловедения и технологии материалов. Значение и задачи курса термодинамики материалов. Работы отечественных и современных ученых в области термодинамики. Методы термодинамики материалов.</p>	2	1	2			2								

Основные термины термодинамики.														
<p>2.Классическая термодинамика: основные понятия и определения</p> <p>Термодинамические функции состояния – температура, давление, объем, внутренняя энергия, Теплота и работа как формы передачи энергии. Термодинамические процессы – конечные и бесконечно малые. Первое начало термодинамики. Тепловые эффекты химических реакций. Вывод закона Гесса. Энтальпия. Теплоемкость при постоянном давлении и при постоянном объеме. Зависимость теплоемкости от температуры.</p>	2	2	0,5	1		2	+							
Семинар 1 Расчет параметров кристаллизации	2	2		2		2	+							
<p>3.Энтропия и третье начало термодинамики</p> <p>Обратимые и равновесные процессы. Второе начало термодинамики. Энтропия. Третье начало термодинамики. Расчет изменений энтропии при фазовых превращениях, при нагревании при постоянном давлении, при</p>	2	3	2			2	+							

химических реакциях. Критерии самопроизвольного протекания процессов и критерий равновесия в изолированных системах. Объединенное уравнение 1-го и 2-го начал термодинамики. Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца как термодинамические потенциалы. Третье начало термодинамики														
<i>4.Процесс кристаллизации.</i> Гомогенная (самопроизвольная) кристаллизация. Энергетические условия процесса кристаллизации: изменение энергии Гиббса и степень переохлаждения. Механизм процесса кристаллизации. Модель роста кристалла. Параметры кристаллизации: число центров кристаллизации и скорость роста кристаллов. Гетерогенное образование зародышей. Закономерности формирования структуры при кристаллизации.	2	4	2			2	+							
Семинар 2 Изучение термодинамики полиморфных превращений.	2	4		2		2	+			+				
<i>5.Фазовые превращения в твердом состоянии</i> Полиморфные превращения. Процесс кристаллизации и фазовые превращения в сплавах	2	5	2			2	+							
<i>6.Фазовые превращения в</i>	2	6	2			2	+						+	

<i>твердом состоянии(2)</i> Фаза, компонент. Правило фаз Гиббса. Понятие о диаграммах фазового равновесия. Равновесие в двухкомпонентных системах														
Семинар 3 Построение диаграмм фазового равновесия с неограниченной растворимостью по результатам термического анализа	2	6		2		2	+							
7. <i>Диаграмма состояния для случая полной взаимной растворимости компонентов.</i> Построение диаграммы состояния методом термического анализа.	2	7	2			2								
8. Неравновесная кристаллизация. Дендритная (внутрикристаллитная) ликвация. Система с точкой минимума на диаграмме состояния. Система с расслоением в твердом состоянии.	2	8	2			2	+							
Семинар 4 Изучение диаграмм фазового равновесия бинарных систем с неограниченной растворимостью в жидком и твердом состояниях	2	8		2		2	+			+				
9. <i>Диаграмма состояния сплавов, образующих ограниченные твердые растворы и эвтектику</i> Диаграмма состояния двойной системы с практически полной нерастворимостью компонентов в твердом состоянии. Диаграмма состояния двойной системы с практически полной нерастворимостью компонентов в	2	9	2			2	+							

твердом состоянии и одной ветвью ликвидуса.														
10. Диаграмма состояния сплавов, образующих ограниченные твердые растворы и перитектику.	2	10	2			2	+						+	
Семинар 5 Изучение нонвариантных равновесий в бинарных системах в процессе кристаллизации	2	10		2		2	+							
11. <i>Диаграммы фазового равновесия с промежуточными фазами (химическими соединениями)</i> Диаграммы фазового равновесия с промежуточными фазами. Системы с конгруэнтно плавящимися промежуточными фазами.	2	11	2			2	+							
12. Системы с инконгруэнтно плавящимися промежуточными фазами. Примеры диаграмм состояния с промежуточными фазами (химическими соединениями) в реальных металлических системах.	2	12	2			2	+							
Семинар 6. Изучение физико-химических равновесий в бинарных системах. Расчет степеней свободы системы по правилу фаз Гиббса для точек на кривых охлаждения	2	12		2		2	+							
13. <i>Диаграммы состояния сплавов, компоненты которых имеют полиморфные превращения</i> Типичные диаграммы состояния сплавов с полиморфными	2	13	2			2	+							

превращениями.														
14. Сложные диаграммы фазового равновесия. Примеры сложных диаграмм состояния реальных систем с полиморфными превращениями.	2	14	2			2	+							
Семинар 7. Определение фазового состава сплавов	2	14		2		2	+							
15. Понятие о диаграммах состояния тройных систем Концентрационный треугольник. Тройная эвтектика.	2	15	2			2	+							
16. Диаграммы состояния тройных систем Изотермические сечения. Политермические сечения	2	16	2			2	+							
Семинар 8. Определение относительного количества фаз, находящихся в равновесии в сплавах бинарных систем при данной температуре	2	16		2		2	+			+				

17.Термодинамика метастабильных состояний Проблема стабильности структурно-фазового состояния материалов. Движущие силы изменения структурно-фазового состояния. Термодинамические аспекты механизма превращения в твердом состоянии	2	17	2			2	+							
18.Термодинамика метастабильных состояний(2) Термодинамические аспекты механизма превращения в твердом состоянии	2	18	2			2	+					+		
Семинар.9 Анализ сложных диаграмм фазового равновесия	2	18		2		2	+							
Итого по курсу			36	18		54	+			3		3		+

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ
МАТЕРИАЛОВ

ОП (профиль): «Перспективные материалы и технологии»

Форма обучения: очная

Виды профессиональной деятельности: *научно-исследовательская и расчетно-аналитическая*

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Термодинамика материалов»

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

Примерные варианты заданий на самостоятельную работу

Образцы контрольных работ

Вопросы для подготовки к зачету

Составитель:

Скакова Татьяна Юрьевна

Москва, 2020

- ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Физическая химия в материаловедении					
ФГОС ВО 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие					
общефессиональные и профессиональные компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технология формирования компетенций	Форма оценочного средства**	Степени уровней освоения компетенций
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ОПК-3	умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - начала термодинамики и основные уравнения химической термодинамики; - термодинамику растворов электролитов и электрохимических систем; - основы теории гомогенного, гетерогенного и ферментативного катализа. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать физические и химические законы при анализе и решении проблем в материаловедении; - составлять кинетические уравнения в дифференциальной и интегральной форме. <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками вычисления тепловых эффектов и констант равновесия химических реакций; - навыками вычисления давления насыщенного пара над индивидуальным веществом, состава сосуществующих фаз в двухкомпонентных системах; - навыками вычисления констант скорости 	Лекция, самостоятельная работа, лабораторные работы	К/Р	<p>Базовый уровень</p> <ul style="list-style-type: none"> - воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля <p>Повышенный уровень</p> <ul style="list-style-type: none"> - практическое применение полученных знаний в процессе подготовки к лабораторным работам

		реакций различных порядков по результатам кинетического эксперимента.			
ОПК-4	Способностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач	<p>знать:</p> <p>- основы теории гомогенного, гетерогенного и ферментативного катализа;</p> <p>уметь:</p> <p>- выполнять основные химические операции, использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения химии для решения профессиональных задач;</p> <p>владеть:</p> <p>- навыками вычисления констант скорости реакций различных порядков по результатам кинетического эксперимента.</p>	Лекция, самостоятельная работа, лабораторные работы	К/Р	<p>Базовый уровень</p> <p>- воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля</p> <p>Повышенный уровень</p> <p>- практическое применение полученных знаний в процессе подготовки к лабораторным работам</p>
ПК-4	способностью использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических	<p>знать:</p> <p>- методы термодинамического описания химических и фазовых равновесий в многокомпонентных системах;</p> <p>- уравнения формальной кинетики и кинетики сложных, цепных, гетерогенных и фотохимических реакций.</p> <p>уметь:</p> <p>- выполнять основные химические операции, использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения химии для решения профессиональных задач;</p>	лекция, самостоятельная работа, лабораторные работы	К/Р	<p>Базовый уровень</p> <p>- воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля</p> <p>Повышенный уровень</p> <p>- практическое применение полученных знаний</p>

	<p>процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации.</p>	<p>- прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях; - устанавливать границы устойчивости фаз, определять составы сосуществующих фаз в бинарных гетерогенных системах.</p> <p>владеть:</p> <p>- методами проведения физико-химических измерений и методами корректной оценки погрешностей при их проведении.</p>			<p>в процессе подготовки к лабораторным работам</p>
--	---	---	--	--	---

** - Сокращения форм оценочных средств см. в Таблице 2.

Перечень оценочных средств по дисциплине «Физическая химия в материаловедении»

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Контрольная работа (К/Р)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам

Примерные варианты контрольных работ

Вопросы к контрольной работе № 1

1. Как изменяется свободная энергия системы (энергия Гиббса) при кристаллизации? (ОПК-3, ОПК-4, ПК-4)
2. Возможно ли полное подавление процесса кристаллизации расплава при сверхвысоких скоростях его охлаждения? (ОПК-3, ОПК-4, ПК-4)
3. Что такое «критический, или равновесный» зародыш? (ОПК-3, ОПК-4, ПК-4)
4. Рассчитать величину критического диаметра зародыша для серебра. $\Delta T^0 = 227$, $\gamma = 0,255 \text{ Дж/м}^2$. (ОПК-3, ОПК-4, ПК-4).

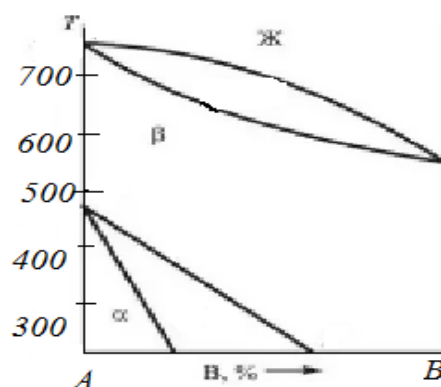
Вопросы к зачету (ОПК-3, ОПК-4, ПК-4)

1. Понятие термодинамической системы; открытая и изолированная термодинамические системы.
2. Понятие энергии термодинамической системы.
3. Определение изотермического, изобарного и изохорного процессов.
4. Равновесное состояние термодинамической системы.
5. Основные термодинамические функции состояния системы.
6. Первый закон термодинамики.
7. Понятие энтропии и Второй закон термодинамики
8. Абсолютный нуль температуры и Третий закон термодинамики
9. Энергия Гиббса и понятие свободной энергии
10. Изменение свободной энергии системы (энергии Гиббса) при кристаллизации.
11. Зависимость скорости образования кристаллических зародышей от скорости их роста от степени переохлаждения.
12. Что такое «критический, или равновесный» зародыш кристалла?
13. Что такое переохлаждение расплава?
14. Что такое полиморфное превращение?
15. Какова степень переохлаждения для полиморфного превращения?
16. Механизмы полиморфного превращения.

17. Как выглядит уравнение энергетического баланса при образовании новой фазы в матрице?
18. Что собой представляет диаграмма фазового равновесия системы? Для каких условий строится диаграмма фазового равновесия?
19. Правило фаз Гиббса. Вариантность системы. Нонвариантное и моновариантное равновесие.
20. Экспериментальный метод построения диаграмм фазового равновесия.
21. Диаграммы с неограниченной растворимостью компонентов в жидком и твердом состоянии.
22. Диаграммы состояния с эвтектическим превращением.
23. Диаграммы состояния с перитектическим превращением.
24. Из каких структурных составляющих состоят в твердом состоянии доэвтектический, эвтектический и заэвтектический сплавы.
25. Промежуточные фазы и химические соединения на диаграммах состояния двойных систем.
26. Диаграммы состояния с конгруэнтно плавящимися фазами .
27. Диаграммы состояния с инконгруэнтно плавящимися фазами .
28. Область гомогенности промежуточных фаз
29. Диаграммы состояния двухкомпонентных сплавов с эвтектоидным превращением.
30. Типы диаграмм состояния с полиморфными превращениями.
31. Понятие о тройных диаграммах фазового превращения. Концентрационный треугольник.
32. Метастабильное структурно-фазовое состояние. Мартенситное превращение.

Задания на самостоятельную работу
Содержание самостоятельной работы 2

Определение относительного количества фаз, находящихся в равновесии в сплавах бинарных систем при данной температуре по правилу отрезков(ОПК-3, ОПК-4, ПК-4)



1. Перерисовать диаграмму. На диаграмме выбрать произвольный сплав и провести произвольную изотерму так, чтобы при выбранной температуре сплав не был однофазным.
2. Определить, используя «правило отрезков», какие фазы и в каких относительных количествах находятся в равновесии в данном сплаве при данной температуре.