МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор-проректор по учебной работе
_____ / Д.Е. Овчинников
"_____" _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.ДВ.03.02 «Термодинамика в материаловедении»

Код и направление подготовки (специальность)	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
Направленность (профиль)	Материаловедение и экспертиза материалов в нефтегазовой отрасли
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2025
Институт / факультет	Факультет машиностроения, металлургии и транспорта
Выпускающая кафедра	кафедра "Металловедение, порошковая металлургия, наноматериалы"
Кафедра-разработчик	кафедра "Металловедение, порошковая металлургия, наноматериалы"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	108 / 3
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет

Самара 2025

Б1.В.ДВ.03.02 «Термодинамика в материаловедении»

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от № 701 от 02.06.2020 и соответствующего учебного плана.

Разработчик РПД:

Профессор, доктор технических наук, доцент	Л.А Кондратьева
(должность, степень, ученое звание)	(ФИО)

Заведующий кафедрой	А.П. Амосов, доктор физико-математических наук, профессор
	(ФИО, степень, ученое звание)

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методического совета факультета / института (или учебно-методической комиссии)	А.Р Галлямов, кандидат технических наук
	(ФИО, степень, ученое звание)
Руководитель образовательной программы	А.П. Амосов, доктор физико-математических наук, профессор
	(ФИО, степень, ученое звание)

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы 4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы 6
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся 7
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий 7
4.1 Содержание лекционных занятий 8
4.2 Содержание лабораторных занятий 12
4.3 Содержание практических занятий 12
4.4. Содержание самостоятельной работы 16
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю) 18
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения 19
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем 19
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) 20
9. Методические материалы 20
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) 22

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-1 Способен использовать на практике знания об основных типах металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, о влиянии фазового и структурного состояния на свойства материалов	ПК-1.1 Использует на практике современные представления наук об основных типах металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения	Владеть навыками работы с технической документацией, научно-техническими отчетами, справочниками и другими информационными источниками
			Знать основные определения термодинамики; законы термодинамики; о термодинамическом равновесии и термодинамических неравенствах; законы превращения энергии в различных термодинамических процессах
			Уметь работать с уравнениями состояний термодинамической системы; определять характеристические термодинамические функции
		ПК-1.2 Использует на практике современные знания о влиянии фазового, химического составов и структуры на свойства материалов	Владеть навыками определения теплофизические характеристики сред, параметров и функции состояния

			Знать влияние фазового и химического состава материала на его свойства; влияние структуры на свойства материала
			Уметь работать с различными источниками информации (книги, статьи, патенты и т.п.) и проводить анализ материала
	ПК-4 Способен применять знания об основных типах современных неорганических и органических материалов, принципах выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании процессов получения и обработки материалов	ПК-4.1 Применяет знания об основных типах современных неорганических и органических материалов для решения профессиональных задач	Владеть навыками работы с фазовым равновесием веществ; навыками определения влияния внутренних параметров состояния материала на определенные свойства
			Знать основы термомеханики гетерогенных сред; основы термомеханики деформируемого твердого тела и принципы построения определяющих соотношений
			Уметь определять равновесные и неравновесные процессы

		ПК-4.2 Выбирает материалы для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании процессов получения и обработки материалов	Владеть навыками расчета дифференциальных уравнений термодинамики
			Знать особенности химических превращений; законы кинетики химических реакций и фазовых превращений
			Уметь применять знания об экологических последствиях использования материалов и технологий в материаловедении

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы: **часть, формируемая участниками образовательных отношений**

Код компетенции	Предшествующие дисциплины	Параллельно осваиваемые дисциплины	Последующие дисциплины
ПК-1	Кристаллография и дефекты кристаллических решеток; Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности; Физика конденсированных сред	Полимерные материалы в нефтегазовой отрасли	Защитные покрытия нефтепромыслового оборудования; Керамические материалы и стекла в нефтегазовой отрасли; Кристаллография и дефекты кристаллических решеток; Материалы и оборудование нефтегазовых промыслов; Методология выбора материалов и технологий в нефтегазовой отрасли; Неразрушающие методы контроля; Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Приборы и методы исследования наноматериалов; Производственная практика: преддипломная практика; Твердые сплавы и наплавки, буровые долота; Теория, технология и материалы самораспространяющегося высокотемпературного синтеза; Физика конденсированных сред; Экспертиза материалов в нефтегазовой отрасли

ПК-4		Металлические материалы в нефтегазовой отрасли	Защитные покрытия нефтепромыслового оборудования; Материалы и оборудование нефтегазовых промыслов; Методология выбора материалов и технологий в нефтегазовой отрасли; Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Производственная практика: преддипломная практика; Экспертиза материалов в нефтегазовой отрасли

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов / часов в электронной форме	5 семестр часов / часов в электронной форме
Аудиторная контактная работа (всего), в том числе:	32	32
Лекции	16	16
Практические занятия	16	16
Внеаудиторная контактная работа, КСР	3	3
Самостоятельная работа (всего), в том числе:	73	73
выполнение задач, заданий, упражнений (в том числе разноуровневых)	32	32
подготовка к зачету	10	10
составление конспектов	31	31
Итого: час	108	108
Итого: з.е.	3	3

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
		ЛЗ	ЛР	ПЗ	СРС	Всего часов
1	Основные понятия термодинамики	4	0	4	23	31

2	Методы термодинамических потенциалов	6	0	2	19	27
3	Фазовые равновесия	4	0	4	15	23
4	Термодинамика деформируемого твердого тела	2	0	6	16	24
	КСР	0	0	0	0	3
	Итого	16	0	16	73	108

4.1 Содержание лекционных занятий

№ занятия	**Наименование раздела**	**Тема лекции**	**Содержание лекции** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	**Количество часов / часов в электронной форме**
5 семестр				
1	Основные понятия термодинамики	Тема 1.1. Основные определения термодинамики; Тема 1.2. Энергия; Тема 1.3. Теплота; Тема 1.4. Первый закон термодинамики; Тема 1.5. Координаты термодинамического состояния; Тема 1.6. Энтропия	Тема 1.1. - характеристики термодинамического подхода к описанию физических процессов; макроскопическое описание явлений; пределы применимости термодинамического подхода; термодинамический контакт; понятие о тепловом равновесии; понятие о термодинамических степенях свободы; термодинамические величины; Тема 1.2. - энергия как мера различных форм движения; Тема 1.3. - тепловое движение как механическое движение в сплошной среде на микроуровне; теплота как форма передачи энергии; равновесное и неравновесное состояние термодинамической системы; процесс изменения состояния; функции состояния; Тема 1.4. - первый закон термодинамики как форма закона сохранения и превращения энергии в термодинамических системах; изменение внутренней энергии замкнутой системы; количество теплоты и работа; правило знаков; параметры состояния системы; функции состояния; переменные процессы; Тема 1.5. - связь координат состояния и рода взаимодействия в равновесном процессе; Тема 1.6. - энтропия как координата теплового состояния; аддитивность энтропии; объем как координата теплового состояния	2

2	Основные понятия термодинамики	Тема 1.7. Уравнения состояния термодинамической системы; Тема 1.8. Равновесные и неравновесные процессы; Тема 1.9. Основное уравнение термодинамики; Тема 1.10. Теплоемкость	Тема 1.7. - калометрический и термический типы уравнений состояния; уравнение Ван дер Вальса; уравнение Менделеева-Клапейрона; Тема 1.8. - работа изменения объема однородной системы; уравнение термодинамического процесса в координатах объем-давление; запись количества теплоты как функции энтропии и температуры; зависимость количества теплоты от характера термодинамического процесса; уравнение термодинамического процесса в переменных энтропия-температура; теплота замкнутого процесса; Тема 1.9. - дифференциал внутренней энергии как функция состояния; зависимость дифференциала внутренней энергии от объема и энтропии; выражение дифференциала внутренней энергии как основное уравнение термодинамики; Тема 1.10. - виды теплоемкости и ее зависимость от характера термодинамического процесса; зависимость количества теплоты от теплоемкости и температуры; теплоемкость при постоянном давлении и постоянном объеме; формула Майера	2
3	Методы термодинамических потенциалов	Тема 2.1. Закон о тепловом равновесии и потенциалы взаимодействия; Тема 2.2. Принципы существования энтропии; Тема 2.3. Принципы возрастания энтропии:	Тема 2.1. - закон о тепловом равновесии; абсолютный потенциал взаимодействия и его шкала; условия построения температурной шкалы; относительная и абсолютная температуры; шкалы термодинамических температур; формулировка первого закона термодинамики в случае открытой системы; работа в случае открытой системы; располагаемая работа; энтальпия; понятие о термодинамических циклах; прямой цикл; обратный цикл; цикл Карно; теорема Карно; Тема 2.2. - аналитическая формулировка принципа существования энтропии; односторонняя направленность и необратимость самопроизвольного неравновесного процесса; диссипация энергии; Тема 2.3. - аналитическое выражение принципа возрастания энтропии; возрастание энтропии изолированной системы взаимодействующих тел при неравновесных процессах и деградации энергии систем	2

4	Методы термодинамических потенциалов	Тема 2.4. Второй закон термодинамики; Тема 2.5. Основные характеристические термодинамические функции:	Тема 2.4. - второй закон термодинамики и его формулировка на основе двух принципов энтропии; независимость принципов существования и возрастания энтропии; непосредственное постулирование возрастания энтропии; энтропия как характеристика термодинамической вероятности состояния системы частиц; ограничения области применения принципа возрастания энтропии; Тема 2.5. - определение термодинамических функций; роль характеристических функций в аналитической термодинамике; метод и запись характеристических функций; зависимость внутренней энергии от энтропии объема; зависимость свободной энергии от температуры и объема; зависимость энергии Гиббса от температуры и давления; выражение термодинамических величин через характеристические функции; характеристические функции как термодинамические потенциалы	2
5	Методы термодинамических потенциалов	Тема 2.6. Дифференциальные уравнения термодинамики:	Тема 2.6. - дифференциальные уравнения Максвелла; применение уравнений Максвелла; уравнения Гиббса-Гельмгольца; дифференциальные уравнения для основных термодинамических функций: внутренней энергии, свободной энергии, энергии Гиббса; применение различных термодинамических переменных: температуры, объема, давления; теплоемкость тел в произвольном процессе; изохорная и изобарная теплоемкости; получение уравнений состояния на основе экспериментальных данных по теплоемкости	2

6	Фазовые равновесия	Тема 3.1. Термодинамическое равновесие гетерогенных систем; Тема 3.2. Термодинамические неравенства; Тема 3.2. Фазовые превращения чистого вещества:	Тема 3.1. - гетерогенные и неоднородные системы; системы переменного состава; фазовая и химическая неоднородность, компоненты, фазы; приложение первого закона термодинамики к неоднородным системам; зависимость внутренней энергии от состава системы; условия внешнего сопряжения; химический потенциал как производная от характеристической функции по количеству компонента при заданных условиях внешнего сопряжения; Тема 3.2. - направление изменений в неравновесных неоднородных системах: изменения в неоднородных системах в неравновесном состоянии; применение принципа возрастания энтропии для получения общего условия равновесия в виде суммы произведений химических потенциалов на изменение количества вещества в подсистемах; принцип минимальности характеристических функций; фазовое равновесие; сохранение количества компонента как дополнительное условие равновесия при фазовых переходах в отсутствии химических реакций; Тема 3.2. - условие равенства химических потенциалов во всех фазах как условие фазового равновесия; правило фаз Гиббса; фазовые превращения чистого вещества; фазовая диаграмма температура-давление для однокомпонентной системы; уравнение Клапейрона-Клаузиуса; тройные точки; понятие о фазовых переходах первого и второго рода; уравнения Эренфеста	2
7	Фазовые равновесия	Тема 3.4. Термодинамика и кинетика химических реакций; Тема 3.5. Уравнение Гиббса-Гельмгольца и третий закон термодинамики.	Тема 3.4. - особенности химических превращений; стехиометрическое уравнение химической реакции; мера реакции; тепловой эффект химической реакции при постоянной температуре и объеме или постоянной температуре и давлении; закон Гесса; следствия из закона Гесса; химическое равновесие в гетерогенных системах; характеристики степени полноты реакции; мера реакции, степень превращения, степень диссоциации; определение равновесной смеси; Тема 3.5. - принцип Ле-Шателье: уравнение Гиббса-Гельмгольца; зависимость химического сродства и константы равновесия от температуры; принцип Ле-Шателье – Брауна; теорема Нернста; определение констант равновесия с помощью калорических данных для конденсированных реакций; свойства вещества вблизи абсолютного нуля температуры; третий закон термодинамики	2

8	Термодинамика деформируемого твердого тела	Тема 4.1. Термодинамика деформируемого твердого тела; Тема 4.2. Поведение линейных анизотропных материалов в условиях нестационарного внешнего воздействия; Тема 4.3. Влияние внутренних параметров состояния материала на температурные поля и напряженное состояние:	Тема 4.1. - термодинамика деформируемого твердого тела с внутренними параметрами состояния; обратимые и необратимые процессы в деформируемых твердых телах; основы теории определяющих соотношений; линеаризованные уравнения термоупругости и термовязкоупругости; нелинейное деформирование ортотропных материалов; основы эндохронной теории неупругого деформирования ортотропных материалов; Тема 4.2. - анализ влияния параметров внешнего воздействия на напряженно-деформированное состояние ортотропных материалов; волновые процессы в ортотропных телах; понятие об условиях на поверхности разрыва; особенности поведения материала при совместном тепловом, механическом и радиационном воздействии; Тема 4.3. - влияние структуры и связанных с ней внутренних параметров состояния материала на температурные поля при термонапряженном состоянии; оценка влияния внутренних параметров на поле напряжений в материале; анализ термонапряженного состояния поверхностных слоев твердых деформируемых тел при термическом ударе	2
			Итого за семестр:	**16**
			Итого:	**16**

4.2 Содержание лабораторных занятий

Учебные занятия не реализуются.

4.3 Содержание практических занятий

№ занятия	**Наименование раздела**	**Тема практического занятия**	**Содержание практического занятия** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	**Количество часов / часов в электронной форме**
5 семестр				

1	Основные понятия термодинамики	Параметры состояния	Параметры состояния: решение задач по тематике практического занятия: 1. Доказать соотношение Майера Cp=Cv+R, между изобарической теплоемкостью и теплоемкостью при постоянном объеме для одного моля идеального газа. 2. Вычислить механический эквивалент тепла J , если известно, что для воздуха при нормальных температуре и давлении (т. е. при T= 0 ? C, p= 1 атм) плотность ?=0,00129 г/см3, удельная теплоемкость при постоянном давлении Cp=0,238 кал/г?град, ее отношение к теплоемкости при постоянном объеме y= Cp/ 1,41. Предполагается, что воздух является идеальным газом, объем которого при этих условиях равен 22,4 л/моль. 3. При нормальных температуре и давлении для кислорода Cp=0,2203 кал/г-град, Cv=1578 кал/г-град. Считая кислород идеальным газом, вычислить механический эквивалент тепла. 4. При постоянной температуре 20°C идеальный газ квазистатически расширяется из состояния с давлением в 20 атм. Конечное давление равно 1 атм. Какую работу совершает 1 моль газа(в джоулях)? Какое количество тепла(в калориях) необходимо передать газу?	2

2	Основные понятия термодинамики	Первый закон термодинамики. Аналитический расчет термодинамических процессов	Первый закон термодинамики. Аналитический расчет термодинамических процессов: решение задач по тематике практического занятия: 1. а) Вычислить количество тепла, необходимое дли нагревании воздуха от 0° до 20°С при постоянном объеме, если первоначально он находился при атмосферном давлении и занимал объем 27 м3. б) Какое количество тепла потребуется для нитровании воздуха от 0° до 20°С, при постоянном давлении, если начальный объем был равен 27 м3? в) Пусть воздух находится в термически изолированной комнате объемом 27 м3. В комнате имеется небольшое отверстие, через которое воздух может просачиваться наружу, где давление равно 1 атм. Какое количество тепла необходимо подвести в комнату, чтобы температура медленно увеличивалась от 0 до 20° С? Теплоемкость воздуха можно считать постоянной. 2. Доказать, что для квазистатического адиабатического процесса, совершаемого идеальным газом, справедливо уравнение Пуассона и определить работу, совершаемую газом при квазистатическом адиабатическом переходе из состояния p1, V1, T1,в состояние p2, V2, T2. Удельную теплоемкость можно считать постоянной. 3. Показать, что между адиабатической и изотермической сжимаемостью существует соотношение где Cv и Cp удельные теплоемкости соответственно при постоянном объеме и постоянном давлении.	2

3	Методы термодинамических потенциалов	Расчет термодинамических циклов	Расчет термодинамических циклов: решение задач по тематике практического занятия: 1. Идеальный газ совершает квазистатический циклический процесс(цикл Карно). Переход из 1 в 2 представляет собой изотермическое расширение, при котором газ находится в контакте с тепловым резервуаром с температурой T1 , переход из 2 в 3 адиабатическое расширение, переход из 3 в 4 —изотермическое сжатие, при котором имеет место контакт с тепловым резервуаром с температурой T2 , и, наконец, переход из 4 в 1 является адиабатическим сжатием. Доказать соотношение уравнение Клаузиуса. Удельную теплоемкость считать постоянной. 2. Один моль идеального газа с начальными давлением p1 и объемом V1 свободно (и адиабатически) расширяется до объема V2, затем квазистатически сжимается до объема V1 при постоянном давлении p2, и далее квазистатически нагревается при постоянном объеме V1 до тех пор, пока его давление не станет равным p1. Такой цикл, называется циклом Майера. Доказать с помощью этого цикла соотношение Майера. Молярную теплоемкость считать постоянной.	2
4	Фазовые равновесия	Тепловые эффекты реакции	Тепловые эффекты реакции: решение задач по тематике практического занятия: 1. В случае идеального бинарного раствора химический потенциал i -го компонента выражается формулой Пусть такой идеальный раствор получают путем смешения чистых жидких компонентов. Доказать, что в этом случае справедливы следующие положения: а) Не происходит изменения объема. б) Не происходит поглощения и выделения тепла. в) Изменение энтропии равно энтропии смешения Найти также изменение внутренней энергии. 2. Газовая реакция происходит при постоянной температуре и постоянном объеме. Показать, что величина зависит только от температуры. Квадратные скобки обозначают число молекул в единице объема. Считать, что каждый компонент подчиняется формулам для идеального газа.	2
5	Фазовые равновесия	Химическое равновесие	Химическое равновесие: решение задач по тематике практического занятия: 1. Показать, что для произвольного раствора справедливы следующие соотношения: При рассмотрении повышения точки кипения или понижения точки плавления считать, что испаряющийся газ или выпадающая твердая фаза состоит из чистого растворителя.	2

6	Термодинамика деформируемого твердого тела	Оценка влияния некоторых внутренних параметров состояния на температурные поля и напряженное состояние деформируемого тела	Оценка влияния некоторых внутренних параметров состояния на температурные поля и напряженное состояние деформируемого тела: решение задач по тематике практического занятия: 1. Построим качественные оценки влияния внутренних параметров ?ij, ?i на величины компонентов тензора напряжений и вектора плотности теплового потока.	2
7	Термодинамика деформируемого твердого тела	Анализ влияния теплового потока на температурные поля и тепловое напряжение в упругом теле при импульсном поверхностном нагреве	Анализ влияния теплового потока на температурные поля и тепловое напряжение в упругом теле при импульсном поверхностном нагреве: изучение влияния теплового потока на температурные поля в упругом теле при импульсном поверхностном нагреве и изучение влияния на тепловое напряжение в упругом теле при импульсном поверхностном нагреве	2
8	Термодинамика деформируемого твердого тела	Приближенное решение задачи о термонапряженном состоянии массивного тела при термическом ударе в квазистатической постановке	Приближенное решение задачи о термонапряженном состоянии массивного тела при термическом ударе в квазистатической постановке: изучение термонапряженного состояния массивного тела при термическом ударе	2
			Итого за семестр:	**16**
			Итого:	**16**

4.4. Содержание самостоятельной работы

Наименование раздела	**Вид самостоятельной работы**	**Содержание самостоятельной работы** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	**Количество часов**
5 семестр			
Основные понятия термодинамики	Составление конспекта	Тема 1.6. Энтропия: энтропия как координата теплового состояния; аддитивность энтропии; объем как координата теплового состояния	6
Основные понятия термодинамики	Составление конспекта	Тема 1.7. Уравнения состояния термодинамической системы: калометрический и термический типы уравнений состояния; уравнение Ван дер Вальса; уравнение Менделеева-Клапейрона	6

Основные понятия термодинамики	Выполнение задач, заданий, упражнений (в том числе разноуровневых) (подготовка к тестированию)	Подготовка к тестированию. Работа с конспектом лекций и литературой.	8
Основные понятия термодинамики	Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, повторить пройденный материал на лабораторных и практических занятиях, а так же материал, вынесенный на самостоятельное изучение.	3
Методы термодинамических потенциалов	Составление конспекта	Тема 2.5. Основные характеристические термодинамические функции: определение термодинамических функций; роль характеристических функций в аналитической термодинамике; метод и запись характеристических функций; зависимость свободной энергии от температуры и объема; зависимость энергии Гиббса от температуры и давления; выражение термодинамических величин через характеристические функции; характеристические функции как термодинамические потенциалы	7
Методы термодинамических потенциалов	Выполнение задач, заданий, упражнений (в том числе разноуровневых) (подготовка к тестированию)	Подготовка к тестированию. Работа с конспектом лекций и литературой.	10
Методы термодинамических потенциалов	Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, повторить пройденный материал на лабораторных и практических занятиях, а так же материал, вынесенный на самостоятельное изучение.	2
Фазовые равновесия	Составление конспекта	Тема 3.2. Фазовые превращения чистого вещества: условие равенства химических потенциалов во всех фазах как условие фазового равновесия; правило фаз Гиббса; фазовые превращения чистого вещества; фазовая диаграмма температура-давление для однокомпонентной системы; уравнение Клапейрона-Клаузиуса; тройные точки; понятие о фазовых переходах первого и второго рода; уравнения Эренфеста	6

Фазовые равновесия	Выполнение задач, заданий, упражнений (в том числе разноуровневых) (подготовка к тестированию)	Подготовка к тестированию. Работа с конспектом лекций и литературой.	6
Фазовые равновесия	Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, повторить пройденный материал на лабораторных и практических занятиях, а так же материал, вынесенный на самостоятельное изучение.	3
Термодинамика деформируемого твердого тела	Составление конспекта	Тема 4.3. Влияние внутренних параметров состояния материала на температурные поля и напряженное состояние: влияние структуры и связанных с ней внутренних параметров состояния материала на температурные поля при термонапряженном состоянии; оценка влияния внутренних параметров на поле напряжений в материале; анализ термонапряженного состояния поверхностных слоев твердых деформируемых тел при термическом ударе	6
Термодинамика деформируемого твердого тела	Выполнение задач, заданий, упражнений (в том числе разноуровневых) (подготовка к тестированию)	Подготовка к тестированию. Работа с конспектом лекций и литературой.	8
Термодинамика деформируемого твердого тела	Подготовка к зачету	риентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, повторить пройденный материал на лабораторных и практических занятиях, а так же материал, вынесенный на самостоятельное изучение.	2
		Итого за семестр:	**73**
		Итого:	**73**

5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

№ п/п	**Библиографическое описание**	**Ресурс НТБ СамГТУ** (ЭБС СамГТУ, IPRbooks и т.д.)
Основная литература		

1	Базаров, И.П. Термодинамика : учеб. / И. П. Базаров .- 5-е изд., стер..- М., Лань, 2010.- 376 с.	Книжный фонд
2	Термодинамика в материаловедении: учебное пособие / Минаев А.М., Мордасов Д.М., Бадирова Н.Б., Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ: 2015.- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||iprbooks||63908	Электронный ресурс
Дополнительная литература		
3	Булер, П. Физико-химическая термодинамика вещества.- СПб., 2001.- 192 с.	Книжный фонд
4	Гаркушин, И.К. Физико-химический анализ - основа современного материаловедения : учеб. пособие / И. К. Гаркушин, М. А. Сухаренко, М. А. Демина; Самар.гос.техн.ун-т.- Самара, 2014.- 416 с.	Книжный фонд
5	Плошкин, В.В. Материаловедение : учеб. пособие / В. В. Плошкин .- 2-е изд., перераб и доп..- М., Юрайт, 2013.- 463 с.	Книжный фонд
6	Пригожин, И. Современная термодинамика : От тепловых двигателей до диссипативных структур / И. Пригожин, Д. Кондепуди.- М., Мир, 2002.- 461 с.	Книжный фонд
7	Пул-мл., Ч. Нанотехнологии : учеб. пособие : пер. с англ. / Ч. Пул-мл., Ф. Оуэнс .- 5-е изд., испр. и доп..- М., Техносфера, 2010.- 330 с.	Книжный фонд

Доступ обучающихся к ЭР НТБ СамГТУ (elib.samgtu.ru) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

При проведении лекционных занятий используется мультимедийное оборудование.

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной ин-формационной образовательной среды университета.

№ п/п	Наименование	Производитель	Способ распространения
1	Microsoft Office	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное
2	Windows	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование	Краткое описание	Режим доступа
1	Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/	Российские базы данных ограниченного доступа
2	Электронная библиотека трудов сотрудников СамГТУ	http://lib.samgtu.ru	Ресурсы открытого доступа

3	eLIBRARY.ru	http://www.eLIBRARY.ru/	Российские базы данных ограниченного доступа

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия

Для проведения лекционных занятий необходимо:

- комплект электронных презентаций/слайдов,

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук).

Лекционные занятия проводятся как в специализированных аудиториях кафедры «Металловедение, порошковая металлургия, наноматериалы», так и в общих аудиториях в любом из учебных корпусов ФГБОУ ВО «СамГТУ» согласно учебному плану.

Практические занятия

Для проведения практических занятий необходимо:

- компьютерный класс,

- презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук),

- методические указания к практическим занятиям.

Практические занятия проводятся в специализированных аудиториях кафедры «Металловедение, порошковая металлургия, наноматериалы» ФГБОУ ВО «СамГТУ» согласно учебному плану.

Самостоятельная работа

Для самостоятельной работы в распоряжении студента имеются читальные залы НТБ СамГТУ (читальный зал новых поступлений, гуманитарный читальный зал, центр правовой информации, научный читальный зал, читальный зал иностранной литературы и т.д.) и информационный цент кафедры или факультета с возможностью работы в сети Интернет.

9. Методические материалы

Методические рекомендации при работе на лекции

До лекции студент должен просмотреть учебно-методическую и научную литературу по теме лекции с тем, чтобы иметь представление о проблемах, которые будут разбираться в лекции.

Перед началом лекции обучающимся сообщается тема лекции, план, вопросы, подлежащие рассмотрению, доводятся основные литературные источники. Весь учебный материал, сообщаемый преподавателем, должен не просто прослушиваться. Он должен быть активно воспринят, т.е. услышан, осмыслен, понят, зафиксирован на бумаге и закреплен в памяти. Приступая к слушанию нового учебного материала, полезно мысленно установить его связь с ранее изученным. Следя за техникой чтения лекции (акцент на существенном, повышение тона, изменение ритма, пауза и т.п.), необходимо вслед за преподавателем уметь выделять основные категории, законы и определять их содержание, проблемы, предполагать их возможные решения, доказательства и выводы. Осуществляя такую работу, можно значительно облегчить себе понимание учебного материала, его конспектирование и дальнейшее изучение.

Конспектирование лекции позволяет обработать, систематизировать и лучше сохранить полученную информацию с тем, чтобы в будущем можно было восстановить в памяти основные, содержательные моменты. Типичная ошибка, совершаемая обучающимся, дословное конспектирование речи преподавателя. Как правило, при записи «слово в слово» не остается времени на обдумывание, анализ и синтез информации. Отбирая нужную информацию, главные мысли, проблемы, решения и выводы, необходимо сокращать текст, строить его таким образом, чтобы потом можно было легко в нем

разобраться. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых можно будет делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. С окончанием лекции работа над конспектом не может считаться завершенной. Нужно еще восстановить отдельные места, проверить, все ли понятно, уточнить что-то на консультации и т.п. с тем, чтобы конспект мог быть использован в процессе подготовки к практическим занятиям, зачету, экзамену. Конспект лекции – незаменимый учебный документ, необходимый для самостоятельной работы.

Методические рекомендации при подготовке и работе на практическом занятии

Практические занятия по дисциплине проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков в решении профессиональных задач.

Рекомендуется следующая схема подготовки к практическому занятию:

1. ознакомление с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы;
2. проработка конспекта лекции;
3. чтение рекомендованной литературы;
4. подготовка ответов на вопросы плана практического занятия;
5. выполнение тестовых заданий, задач и др.

Подготовка обучающегося к практическому занятию производится по вопросам, разработанным для каждой темы практических занятий и (или) лекций. В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы.

Работа студентов во время практического занятия осуществляется на основе заданий, которые выдаются обучающимся в начале или во время занятия. На практических занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике занятий. Обучающимся необходимо обращать внимание на основные понятия, алгоритмы, определять практическую значимость рассматриваемых вопросов. На практических занятиях обучающиеся должны уметь выполнить расчет по заданным параметрам или выработать определенные решения по обозначенной проблеме. Задания могут быть групповые и индивидуальные. В зависимости от сложности предлагаемых заданий, целей занятия, общей подготовки обучающихся преподаватель может подсказать обучающимся алгоритм решения или первое действие, или указать общее направление рассуждений. Полученные результаты обсуждаются с позиций их адекватности или эффективности в рассмотренной ситуации.

Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению с учетом потребностей и возможностей обучающегося.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий;
- на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания;
- на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.;
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств представлен в приложении № 1.

Приложение 1 к рабочей программе дисциплины
Б1.В.ДВ.03.02 «Термодинамика в материаловедении»

Фонд оценочных средств
по дисциплине
Б1.В.ДВ.03.02 «Термодинамика в материаловедении»

Код и направление подготовки (специальность)	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
Направленность (профиль)	Материаловедение и экспертиза материалов в нефтегазовой отрасли
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2025
Институт / факультет	Факультет машиностроения, металлургии и транспорта
Выпускающая кафедра	кафедра "Металловедение, порошковая металлургия, наноматериалы"
Кафедра-разработчик	кафедра "Металловедение, порошковая металлургия, наноматериалы"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	108 / 3
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-1 Способен использовать на практике знания об основных типах металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, о влиянии фазового и структурного состояния на свойства материалов	ПК-1.1 Использует на практике современные представления наук об основных типах металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения	Владеть навыками работы с технической документацией, научно-техническими отчетами, справочниками и другими информационными источниками
			Знать основные определения термодинамики; законы термодинамики; о термодинамическом равновесии и термодинамических неравенствах; законы превращения энергии в различных термодинамических процессах
			Уметь работать с уравнениями состояний термодинамической системы; определять характеристические термодинамические функции
		ПК-1.2 Использует на практике современные знания о влиянии фазового, химического составов и структуры на свойства материалов	Владеть навыками определения теплофизические характеристики сред, параметров и функции состояния

			Знать влияние фазового и химического состава материала на его свойства; влияние структуры на свойства материала
			Уметь работать с различными источниками информации (книги, статьи, патенты и т.п.) и проводить анализ материала
	ПК-4 Способен применять знания об основных типах современных неорганических и органических материалов, принципах выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании процессов получения и обработки материалов	ПК-4.1 Применяет знания об основных типах современных неорганических и органических материалов для решения профессиональных задач	Владеть навыками работы с фазовым равновесием веществ; навыками определения влияния внутренних параметров состояния материала на определенные свойства
			Знать основы термомеханики гетерогенных сред; основы термомеханики деформируемого твердого тела и принципы построения определяющих соотношений
			Уметь определять равновесные и неравновесные процессы

		ПК-4.2 Выбирает материалы для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании процессов получения и обработки материалов	Владеть навыками расчета дифференциальных уравнений термодинамики
			Знать особенности химических превращений; законы кинетики химических реакций и фазовых превращений
			Уметь применять знания об экологических последствиях использования материалов и технологий в материаловедении

Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения

Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства	Текущий контроль успеваемости	Промежуточная аттестация
Основные понятия термодинамики				
ПК-1.1 Использует на практике современные представления наук об основных типах металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения	**Знать** основные определения термодинамики; законы термодинамики; о термодинамическом равновесии и термодинамических неравенствах; законы превращения энергии в различных термодинамических процессах	зачет	Нет	Да
	Владеть навыками работы с технической документацией, научно-техническими отчетами, справочниками и другими информационными источниками	Опрос на практических занятиях	Да	Нет
	Уметь работать с уравнениями состояний термодинамической системы; определять характеристические термодинамические функции	Опрос на практических занятиях	Да	Нет
	Знать основные определения термодинамики; законы термодинамики; о термодинамическом равновесии и термодинамических неравенствах; законы превращения энергии в различных термодинамических процессах	Опрос/тестирование	Да	Нет

ПК-1.2 Использует на практике современные знания о влиянии фазового, химического составов и структуры на свойства материалов	**Владеть** навыками определения теплофизические характеристики сред, параметров и функции состояния	Опрос на практических занятиях	Да	Нет
	Знать влияние фазового и химического состава материала на его свойства; влияние структуры на свойства материала	Опрос/тестирование	Да	Нет
	Уметь работать с различными источниками информации (книги, статьи, патенты и т.п.) и проводить анализ материала	Опрос на практических занятиях	Да	Нет
	Знать влияние фазового и химического состава материала на его свойства; влияние структуры на свойства материала	зачет	Нет	Да
ПК-4.1 Применяет знания об основных типах современных неорганических и органических материалов для решения профессиональных задач	**Знать** основы термомеханики гетерогенных сред; основы термомеханики деформируемого твердого тела и принципы построения определяющих соотношений	зачет	Нет	Да
		Опрос/тестирование	Да	Нет
	Владеть навыками работы с фазовым равновесием веществ; навыками определения влияния внутренних параметров состояния материала на определенные свойства	Опрос на практических занятиях	Да	Нет
	Уметь определять равновесные и неравновесные процессы	Опрос на практических занятиях	Да	Нет
ПК-4.2 Выбирает материалы для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании процессов получения и обработки материалов	**Уметь** применять знания об экологических последствиях использования материалов и технологий в материаловедении	Опрос на практических занятиях	Да	Нет
	Знать особенности химических превращений; законы кинетики химических реакций и фазовых превращений	Опрос/тестирование	Да	Нет
	Владеть навыками расчета дифференциальных уравнений термодинамики	Опрос на практических занятиях	Да	Нет
	Знать особенности химических превращений; законы кинетики химических реакций и фазовых превращений	зачет	Нет	Да
Методы термодинамических потенциалов				

ПК-1.1 Использует на практике современные представления наук об основных типах металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения	**Знать** основные определения термодинамики; законы термодинамики; о термодинамическом равновесии и термодинамических неравенствах; законы превращения энергии в различных термодинамических процессах	зачет	Нет	Да
		Опрос/тестирование	Да	Нет
	Владеть навыками работы с технической документацией, научно-техническими отчетами, справочниками и другими информационными источниками	Опрос на практических занятиях	Да	Нет
	Уметь работать с уравнениями состояний термодинамической системы; определять характеристические термодинамические функции	Опрос на практических занятиях	Да	Нет
ПК-1.2 Использует на практике современные знания о влиянии фазового, химического составов и структуры на свойства материалов	**Уметь** работать с различными источниками информации (книги, статьи, патенты и т.п.) и проводить анализ материала	Опрос на практических занятиях	Да	Нет
	Владеть навыками определения теплофизические характеристики сред, параметров и функции состояния	Опрос на практических занятиях	Да	Нет
	Знать влияние фазового и химического состава материала на его свойства; влияние структуры на свойства материала	Опрос/тестирование	Да	Нет
		зачет	Нет	Да
ПК-4.1 Применяет знания об основных типах современных неорганических и органических материалов для решения профессиональных задач	**Знать** основы термомеханики гетерогенных сред; основы термомеханики деформируемого твердого тела и принципы построения определяющих соотношений	зачет	Нет	Да
	Уметь определять равновесные и неравновесные процессы	Опрос на практических занятиях	Да	Нет
	Знать основы термомеханики гетерогенных сред; основы термомеханики деформируемого твердого тела и принципы построения определяющих соотношений	Опрос/тестирование	Да	Нет
	Владеть навыками работы с фазовым равновесием веществ; навыками определения влияния внутренних параметров состояния материала на определенные свойства	Опрос на практических занятиях	Да	Нет

ПК-4.2 Выбирает материалы для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании процессов получения и обработки материалов	**Владеть** навыками расчета дифференциальных уравнений термодинамики	Опрос на практических занятиях	Да	Нет
	Знать особенности химических превращений; законы кинетики химических реакций и фазовых превращений	Опрос/тестирование	Да	Нет
	Уметь применять знания об экологических последствиях использования материалов и технологий в материаловедении	Опрос на практических занятиях	Да	Нет
	Знать особенности химических превращений; законы кинетики химических реакций и фазовых превращений	зачет	Нет	Да
Фазовые равновесия				
ПК-1.1 Использует на практике современные представления наук об основных типах металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения	**Знать** основные определения термодинамики; законы термодинамики; о термодинамическом равновесии и термодинамических неравенствах; законы превращения энергии в различных термодинамических процессах	зачет	Нет	Да
	Уметь работать с уравнениями состояний термодинамической системы; определять характеристические термодинамические функции	Опрос на практических занятиях	Да	Нет
	Знать основные определения термодинамики; законы термодинамики; о термодинамическом равновесии и термодинамических неравенствах; законы превращения энергии в различных термодинамических процессах	Опрос/тестирование	Да	Нет
	Владеть навыками работы с технической документацией, научно-техническими отчетами, справочниками и другими информационными источниками	Опрос на практических занятиях	Да	Нет
ПК-1.2 Использует на практике современные знания о влиянии фазового, химического составов и структуры на свойства материалов	**Уметь** работать с различными источниками информации (книги, статьи, патенты и т.п.) и проводить анализ материала	Опрос на практических занятиях	Да	Нет
	Владеть навыками определения теплофизические характеристики сред, параметров и функции состояния	Опрос на практических занятиях	Да	Нет
	Знать влияние фазового и химического состава материала на его свойства; влияние структуры на свойства материала	Опрос/тестирование	Да	Нет
		зачет	Нет	Да

ПК-4.1 Применяет знания об основных типах современных неорганических и органических материалов для решения профессиональных задач	**Знать** основы термомеханики гетерогенных сред; основы термомеханики деформируемого твердого тела и принципы построения определяющих соотношений	зачет	Нет	Да
		Опрос/тестирование	Да	Нет
	Уметь определять равновесные и неравновесные процессы	Опрос на практических занятиях	Да	Нет
	Владеть навыками работы с фазовым равновесием веществ; навыками определения влияния внутренних параметров состояния материала на определенные свойства	Опрос на практических занятиях	Да	Нет
ПК-4.2 Выбирает материалы для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании процессов получения и обработки материалов	**Уметь** применять знания об экологических последствиях использования материалов и технологий в материаловедении	Опрос на практических занятиях	Да	Нет
	Владеть навыками расчета дифференциальных уравнений термодинамики	Опрос на практических занятиях	Да	Нет
	Знать особенности химических превращений; законы кинетики химических реакций и фазовых превращений	Опрос/тестирование	Да	Нет
		зачет	Нет	Да
Термодинамика деформируемого твердого тела				
ПК-1.1 Использует на практике современные представления наук об основных типах металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения	**Знать** основные определения термодинамики; законы термодинамики; о термодинамическом равновесии и термодинамических неравенствах; законы превращения энергии в различных термодинамических процессах	зачет	Нет	Да
		Опрос/тестирование	Да	Нет
	Уметь работать с уравнениями состояний термодинамической системы; определять характеристические термодинамические функции	Опрос на практических занятиях	Да	Нет
	Владеть навыками работы с технической документацией, научно-техническими отчетами, справочниками и другими информационными источниками	Опрос на практических занятиях	Да	Нет

ПК-1.2 Использует на практике современные знания о влиянии фазового, химического составов и структуры на свойства материалов	**Уметь** работать с различными источниками информации (книги, статьи, патенты и т.п.) и проводить анализ материала	Опрос на практических занятиях	Да	Нет
	Владеть навыками определения теплофизические характеристики сред, параметров и функции состояния	Опрос на практических занятиях	Да	Нет
	Знать влияние фазового и химического состава материала на его свойства; влияние структуры на свойства материала	Опрос/тестирование	Да	Нет
		зачет	Нет	Да
ПК-4.1 Применяет знания об основных типах современных неорганических и органических материалов для решения профессиональных задач	**Знать** основы термомеханики гетерогенных сред; основы термомеханики деформируемого твердого тела и принципы построения определяющих соотношений	зачет	Нет	Да
	Уметь определять равновесные и неравновесные процессы	Опрос на практических занятиях	Да	Нет
	Знать основы термомеханики гетерогенных сред; основы термомеханики деформируемого твердого тела и принципы построения определяющих соотношений	Опрос/тестирование	Да	Нет
	Владеть навыками работы с фазовым равновесием веществ; навыками определения влияния внутренних параметров состояния материала на определенные свойства	Опрос на практических занятиях	Да	Нет
ПК-4.2 Выбирает материалы для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании процессов получения и обработки материалов	**Владеть** навыками расчета дифференциальных уравнений термодинамики	Опрос на практических занятиях	Да	Нет
	Знать особенности химических превращений; законы кинетики химических реакций и фазовых превращений	Опрос/тестирование	Нет	Нет
	Уметь применять знания об экологических последствиях использования материалов и технологий в материаловедении	Опрос на практических занятиях	Да	Нет
	Знать особенности химических превращений; законы кинетики химических реакций и фазовых превращений	зачет	Нет	Да

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки и знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы

1. Формы текущего контроля успеваемости

Текущая аттестация - это проверка усвоения учебного материала, регулярно осуществляемая на протяжении семестра. Проводится в дискретные временные интервалы преподавателем, ведущими лекции, лабораторные работы и практические занятия.

Примеры тестовых заданий

1. Как называется система, которая обменивается веществом с окружающей средой?
а) изолированная
б) замкнутая
в) открытая
г) макроскопическая

2. Что не удовлетворяет условию понятия теплового равновесия для изолированной системы?
а) изменение состояния системы
б) система имеет непроводящие тепло границы
в) постоянство состояния системы
г) отсутствие влияния окружающей среды на систему

3. Какое взаимодействие приводит к изменению энергии и совершается в форме передачи тепла посредством теплопроводности?
а) механическое
б) тепловое
в) макроскопическое
г) микроскопическое

4. Как называются физические величины, имеющие определенное значение для каждого термически равновесного состояния системы?
а) термодинамические
б) переменные состояния
в) термодинамические переменные
г) интенсивные величины

5. Чей принцип: цикл, совершаемый машиной, которая поглощает тепло от двух тепловых резервуаров и совершает работу над окружающей средой?
а) Клаузиус
б) Карно
в) Томсон
г) Каратеодори

6. Если температура системы однородна, то термостат имеет температуру…
а) близкую к температуре системы
б) равную температуре системы
в) отличную от температуры системы
г) сильно отличающуюся от температуры системы
и.т.д.

Остальные тестовые задания входят в Приложение к рабочей программе дисциплины.

Информационная карты банка тестовых заданий

№	Наименование раздела	Всего заданий	Количество форм тестовых заданий			
			Открытого типа*	Закрытого типа**	На соответст-вие***	Упорядо-чение****
1.	Основные понятия термодинамики	30	-	30	-	-
2.	Методы термодинамических потенциалов	22	-	22	-	-
3.	Фазовые равновесия	24	-	24	-	-
4.	Термодинамика деформируемого твердого тела	10	-	10	-	-

Виды тестовых заданий:

* тестовые задания открытого типа (на каждый вопрос испытуемый должен предложить свой ответ: дописать слово, словосочетание, предложение, знак, формулу и т.д.).

** тестовые задания закрытого типа (каждый вопрос сопровождается готовыми вариантами ответов, из которых необходимо выбрать один или несколько правильных);

*** на соответствие (установление соответствия) - испытуемому предлагается установить соответствие элементов двух списков;

**** упорядочение (установление последовательности) - испытуемый должен расположить элементы списка в определенной последовательности.

2. Формы промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация - это оценка совокупности знаний, умений, навыков по дисциплине в целом. Промежуточный аттестация по всей дисциплине проводится после завершения обучения во время экзаменационной сессии в форме ***устного или письменного зачета*** (включает в себя ответ на теоретические вопросы).

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Характеристика термодинамического подхода к описанию физических процессов. Макроскопическое описание явлений. Пределы применимости термодинамического подхода.
2. Термодинамический контакт. Понятие о тепловом равновесии. Понятие о термодинамических степенях свободы.
3. Термодинамические величины. Энергия как мера различных форм движения. Тепловое движение как механическое движение в сплошной среде на микроуровне.
4. Теплота как форма передачи энергии. Равновесное и неравновесное состояние термодинамической системы. Процесс изменения состояния. Функции состояния.
5. Первый закон термодинамики как форма закона сохранения и превращения энергии в термодинамических системах.
6. Изменение внутренней энергии замкнутой системы. Количество теплоты и работа. Правило знаков. Параметры состояния системы. Функции состояния. Переменные процесса.
7. Координаты термодинамического состояния. Связь координат состояния и рода взаимодействия в равновесном процессе. Энтропия как координата теплового состояния. Аддитивность энтропии. Объем как координата теплового состояния.
8. Уравнение состояния. Калорический и термический типы уравнений состояния.
9. Уравнение Ван дер Ваальса. Уравнение Менделеева-Клапейрона. Равновесные и неравновесные процессы.
10. Работа изменения объема однородной системы. Уравнение термодинамического процесса в координатах объем-давление. Запись количества теплоты как функции энтропии и температуры.
11. Зависимость количества теплоты от характера термодинамического процесса. Уравнение термодинамического процесса в переменных энтропия – температура. Теплота замкнутого процесса.
12. Дифференциал внутренней энергии как функция состояния. Зависимость дифференциала внутренней энергии от объема и энтропии. Выражение дифференциала внутренней энергии как основное уравнение термодинамики.

13. Теплоемкость. Виды теплоемкости и ее зависимость от характера термодинамического процесса. Зависимость количества теплоты от теплоемкости и температуры. Теплоемкость при постоянном давлении и постоянном объеме. Формула Майера.

14. Закон о тепловом равновесии. Абсолютный потенциал взаимодействия и его шкала. Условия построения температурной шкалы. Относительная и абсолютная температуры. Шкалы термодинамических температур.

15. Формулировка первого закона термодинамики в случае открытой системы. Работа в случае открытой системы. Располагаемая работа. Энтальпия. Понятие о термодинамических циклах.

16. Прямой цикл. Обратный цикл. Цикл Карно. Теорема Карно.

17. Принцип существования энтропии. Аналитическая формулировка принципа существования энтропии. Односторонняя направленность и необратимость самопроизвольного неравновесного процесса.

18. Диссипация энергии. Принцип возрастания энтропии. Аналитическое выражение принципа возрастания энтропии. Возрастание энтропии изолированной системы взаимодействующих тел при неравновесных процессах и деградации энергии системы.

19. Второй закон термодинамики и его формулировка на основе двух принципов энтропии. Независимость принципов существования и возрастания энтропии. Непосредственное постулирование возрастания энтропии.

20. Энтропия как характеристика термодинамической вероятности состояния системы частиц. Ограничения области применения принципа возрастания энтропии.

21. Определение термодинамических функций. Роль характеристических функций в аналитической термодинамике. Метод характеристических функций. Запись характеристических функций.

22. Зависимость внутренней энергии от энтропии и объема. Зависимость свободной энергии от температуры и объема. Зависимость энергии Гиббса от температуры и давления. Выражение термодинамических величин через характеристические функции. Характеристические функции как термодинамическое потенциалы.

23. Дифференциальные уравнения Максвелла. Применение уравнений Максвелла.

24. Уравнения Гиббса-Гельмгольца. Дифференциальные уравнения для основных термодинамических функций: внутренней энергии, свободной энергии, энергии Гиббса. Применение различных термодинамических переменных: температуры, объема, давления.

25. Теплоемкость тел в произвольном процессе. Изохорная и изобарная теплоемкости. Получение уравнений состояния на основе экспериментальных данных по теплоемкости.

26. Гетерогенные и неоднородные системы. Системы переменного состава. Фазовая и химическая неоднородность, компоненты, фазы.

27. Приложение первого закона термодинамики к неоднородным системам. Зависимость внутренней энергии от состава системы. Условия внешнего сопряжения.

28. Химический потенциал как производная от характеристической функции по количеству компонента при заданных условиях внешнего сопряжения.

29. Изменения в неоднородных системах в неравновесном состоянии. Применение принципа возрастания энтропии для получения общего условия равновесия в виде суммы произведений химических потенциалов на изменение количества вещества в подсистемах.

30. Принцип минимальности характеристических функций. Фазовое равновесие. Сохранение количества компонента как дополнительное условие равновесия при фазовых переходах в отсутствии химических реакций.

31. Условие равенства химических потенциалов во всех фазах как условие фазового равновесия. Правило фаз Гиббса. Фазовые превращения чистого вещества.

32. Фазовая диаграмма температура-давление для однокомпонентной системы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Тройные точки. Понятие о фазовых переходах первого и второго рода. Уравнения Эренфеста.

33. Особенности химических превращений. Стехиометрическое уравнение химической реакции. Мера реакции. Тепловой эффект химической реакции при постоянной температуре и объеме или постоянной температуре и давлении.

34. Закон Гесса. Следствия из закона Гесса. Химическое равновесие в гетерогенных системах. Характеристики степени полноты реакции. Мера реакции, степень превращения, степень диссоциации. Определение равновесной смеси.

35. Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Зависимость химического сродства и константы равновесия от температуры.

36. Принцип Ле-Шателье – Брауна. Теорема Нернста. Определение констант равновесия с помощью калорических данных для конденсированных реакций.

37. Третий закон термодинамики. Свойства вещества вблизи абсолютного нуля температуры.

38. Термодинамика деформируемого твердого тела с внутренними параметрами состояния. Обратимые и необратимые процессы в деформируемых твердых телах. Основы теории определяющих соотношений.

39. Линеаризованные уравнения термоупругости и термовязкоупругости. Нелинейное деформирование ортотропных материалов. Основы эндохронной теории неупругого деформирования ортотропных материалов.

40. Анализ влияния параметров внешнего воздействия на напряженно-деформированное состояние ортотропных материалов. Волновые процессы в ортотропных телах.

41. Понятие об условиях на поверхности разрыва. Особенности поведения материала при совместном тепловом, механическом и радиационном воздействии.

42. Влияние структуры и связанных с ней внутренних параметров состояния материала на температурные поля при термонапряженном состоянии. Оценка влияния внутренних параметров на поле напряжений в материале.

43. Анализ термонапряженного состояния поверхностных слоев твердых деформируемых тел при термическом ударе.

44. Четырехмерная модель сплошной среды с наноструктурой как континуума со специфической системой связей. Тензор энергии-импульса.

45. Построение термомеханических соотношений для среды с наноструктурой на основе обобщенной четырехмерной модели. Оценки влияния масштабного эффекта на макроскопические термомеханические свойства структурированной среды.

Тесты по компетенциям

Дисциплина _____Б1.В.ДВ.03.01 «Термодинамика в материаловедении»_____
(шифр и наименование дисциплины)

Направление подготовки ____22.03.01 Материаловедение и технологии материалов_____
(шифр и наименование направления подготовки/специальности)

Профиль _____Материаловедение и экспертиза материалов в нефтегазовой отрасли_____
(наименование профиля/специализации)

№ задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
ПК-1 Способен использовать на практике знания об основных типах металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, о влиянии фазового и структурного состояния на свойства материалов				
1	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Физические величины, имеющие определенное значение для каждого термически равновесного состояния системы: а) термодинамические б) переменные состояния в) термодинамические переменные г) интенсивные величины	а	Основные понятия термодинамики	5
2	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Взаимодействие, когда работа, совершается одной системой над другой с помощью механических или электромагнитных сил: а) тепловом б) механическом в) микроскопическом г) макроскопическом	б	Основные понятия термодинамики	5
3	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Продолжите фразу «Если температура системы однородна, то термостат имеет температуру…» а) близкую к температуре системы б) равную температуре системы в) отличную от температуры системы г) сильно отличающуюся от температуры системы	а	Методы термодинамических потенциалов	5
4	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Исходя из принципа Карно, температура показываемая идеальным газовым термометром… а) близка к абсолютной температуре б) совпадает с абсолютной температурой в) не совпадает с абсолютной температурой г) не является постоянной	б	Методы термодинамических потенциалов	5
5	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Укажите способ, не относящийся ко второму закону термодинамики: а) принцип Клаузиуса б) принцип возможности создания вечного двигателя в) принцип Каратеодори г) принцип Томсона (Кельвина)	б	Методы термодинамических потенциалов	5
6	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Термодинамические функции – это… а) функции соответствующих независимых переменных б) функции частных производных	а	Методы термодинамических потенциалов	5

	в) функции полных дифференциалов г) функции производных			
7	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Уравнение для замкнутой системы для адиабатного перехода: а) δU > 0 б) δS < 0 в) δH > 0 г) δF > 0	б	Методы термодинамических потенциалов	5
8	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Укажите, к какой силе относится работа, необходимая для того, чтобы изменить поверхность между двумя фазами: а) сил Ван дер Вальса б) поверхностное натяжение в) Ньютона г) все варианты верны	б	Фазовые равновесия	5
9	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Термодинамическая система, способная к обмену веществом с окружающей средой: а) изолированная б) замкнутая в) открытая г) макроскопическая	в	Фазовые равновесия	5
10	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Укажите, чей принцип гласит: если система в состоянии равновесия подвергается воздействию А, то прямая реакция А системы будет такова, чтобы уменьшить действие А: а) Томпсон б) Ван дер Вальс в) Клаузиус г) Ле-Шателье	г	Фазовые равновесия	5
ПК-4 Способен применять знания об основных типах современных неорганических и органических материалов, принципах выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании процессов получения и обработки материалов				
1	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Процесс, в течение которых система и окружающая среда остаются в термически равновесном состоянии: а) циклический б) инфинитезамальный в) квазестатический г) макроскопическое	в	Основные понятия термодинамики	5
2	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Теплоемкость, приходящаяся на единицу массы системы: а) удельная б) молярная в) молекулярная г) атомная	а	Основные понятия термодинамики	5
3	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Процессы, являющиеся комбинациями чисто механических или электромагнитных и квазистатических тепловых процессов: а) обратимые	а	Методы термодинамических потенциалов	5

	б) необратимые в) статические г) динамические			
4	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Процессы, которые нельзя провести обратным путем: а) обратимые б) необратимые в) статические г) динамические	б	Методы термодинамических потенциалов	5
5	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Укажите, чей принцип гласит: процесс, при котором работа переходит в тепло без каких-либо других изменений состояния системы, является необратимым: а) Клаузиус б) Томсон (Кельвин) в) невозможность создать вечный двигатель второго рода г) Каратеодори	б	Методы термодинамических потенциалов	5
6	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** В силу неравенства Клаузиуса при адиабатическом необратимом процессе происходит… а) возрастание энтропии б) убывание энтропии в) энтропия отсутствует г) энтропия не изменяется	а	Методы термодинамических потенциалов	5
7	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Укажите, какая работа рассматривается в уравнении Гиббса – Дюгема: а) работа, связанная с изменением объема б) работа, без всяких изменений в) работа, связанная с изменением давления г) работа, связанная с изменением объема и давления	в	Методы термодинамических потенциалов	5
8	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Укажите, какими должны быть диагональные элементы матрицы коэффициентов, что бы соблюдалось простейшее из условий термического неравенства: а) отрицательными б) положительными в) разноименными г) все варианты верны	б	Фазовые равновесия	5
9	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Укажите, какой точке на кривой соответствует состояние термодинамического равновесия? а) начальная а) максимума в) минимума г) конечная	в	Фазовые равновесия	5
10	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Назовите формы записи, использующиеся для записи законов сохранения: а) дивергентные б) интегральные в) дифференциальные г) стехиометрические	а	Фазовые равновесия	5

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Процедура оценивания реализуется поэтапно. В течение семестра предусмотрено проведение не менее 4-х контрольных точек, сумма результатов которых может учитываться в качестве итоговой оценки по дисциплине. Для этого в системе оценок «2», «3», «4», «5» студент должен по каждой контрольной точке набрать минимум оценку «3».

Характеристика процедур текущего контроля знаний и промежуточной аттестации

№	Вид работы	Способ проведения процедуры оценивания	Виды выставляемых оценок	Вес, %
1	Контрольная точка №1 (опрос/тестирование)	На практических занятиях / устно или письменно	«2», «3», «4», «5»	25
2	Контрольная точка №2 (опрос/тестирование)	На практических занятиях / устно или письменно	«2», «3», «4», «5»	25
3	Контрольная точка №3 (опрос/тестирование)	На практических занятиях / устно или письменно	«2», «3», «4», «5»	25
4	Контрольная точка №4 (опрос/тестирование)	На практических занятиях / устно или письменно	«2», «3», «4», «5»	25
ИТОГО				100
5	Промежуточная аттестация (зачет)	На этапе промежуточной аттестации / устно или письменно	Зачтено / не зачтено	-

Контрольные точки проводятся в форме опроса на практических занятиях (решение задач) или тестирования.

Критерии оценивания практического занятия

Оценка **«отлично»** ставиться, если студент имеет глубокие знания учебного материала по теме практической работы, показывает усвоение взаимосвязи основных понятий используемых в работе, смог ответить на все уточняющие и дополнительные вопросы. Студент демонстрирует знания теоретического и практического материала по теме практической работы, определяет взаимосвязи между показателями задачи, даёт правильный алгоритм решения, определяет междисциплинарные связи по условию задания.

Оценка **«хорошо»** ставиться, если студент показал знание учебного материала, усвоил основную литературу, смог ответить почти полно на все заданные дополнительные и уточняющие вопросы. Студент демонстрирует знания теоретического и практического материала по теме практической работы, допуская незначительные неточности при решении задач, имея неполное понимание междисциплинарных связей при правильном выборе алгоритма решения задания.

Оценка **«удовлетворительно»** ставиться, если студент в целом освоил материал практической работы, ответил не на все уточняющие и дополнительные вопросы. Студент затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, даёт неполный ответ, требующий наводящих вопросов преподавателя, выбор алгоритма решения задачи возможен при наводящих вопросах преподавателя.

Оценка **«неудовлетворительно»** ставиться студенту, если он имеет существенные пробелы в знаниях основного учебного материала практической работы, который полностью не раскрыл содержание вопросов, не смог ответить на уточняющие и дополнительные вопросы. Студент даёт неверную оценку ситуации, неправильно выбирает алгоритм действий.

Критерии оценивания тестов

Примерные критерии выставления оценок за тест, состоящий, например, из 15 заданий.
Время выполнения работы: 15-20 мин.
Оценка **«отлично»** – 15-14 правильных ответов;
Оценка **«хорошо»** – 13-11 правильных ответов;
Оценка **«удовлетворительно»** – 10-8 правильных ответов;
Оценка **«неудовлетворительно»** – менее 8 правильных ответов.

Критерии оценивания ответа студента на зачете

Ответ студента на зачете оценивается одной из следующих оценок: «зачтено» и «незачтено», которые выставляются по следующим критериям.

Оценки **«зачтено»** заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного и нормативного материала, умеющий свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной кафедрой.

Также оценка **«зачтено»** выставляется студентам, обнаружившим полное знание учебного материала, успешно выполняющим предусмотренные в программе задания, усвоившим основную литературу, рекомендованную кафедрой, демонстрирующие систематический характер знаний по дисциплине и способные к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

Наконец, оценкой **«зачтено»** оцениваются ответы студентов, показавших знание основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и в предстоящей работе по профессии, справляющихся с выполнением заданий, предусмотренных программой, но допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении контрольных заданий, не носящие принципиального характера, когда установлено, что студент обладает необходимыми знаниями для последующего устранения указанных погрешностей под руководством преподавателя.

Оценка **«незачтено»** выставляется студентам, обнаружившим пробелы в знаниях основного учебного материала, допускающим принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Такой оценки заслуживают ответы студентов, носящие несистематизированный, отрывочный, поверхностный характер, когда студент не понимает существа излагаемых им вопросов, что свидетельствует о том, что студент не может дальше продолжать обучение или приступать к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.