

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

\_\_\_\_\_  
Руководитель ОПОП ВО  
профессор Н.К. Кондрашева

\_\_\_\_\_  
Проректор по образовательной  
деятельности  
доцент Д.Г. Петраков

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ**

<b>Уровень высшего образования:</b>	Бакалавриат
<b>Направление подготовки:</b>	18.03.01 Химическая технология
<b>Направленность (профиль):</b>	Химическая технология неорганических веществ
<b>Квалификация выпускника</b>	бакалавр
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	профессор О.А. Дубовиков

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Материалы для оборудования неорганических производств» разработана:**

– в соответствии с требованиями ФГОС ВО бакалавриата по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология», утверждённого приказом Минобрнауки России № 922 от 07.08.2020;

– на основании учебного плана бакалавриата по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» направленность (профиль) «Химическая технология неорганических веществ».

Составитель: \_\_\_\_\_ профессор каф. ХТПЭ Дубовиков О.А.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры химических технологий и переработки энергоносителей от 17 февраля 2021г., протокол № 26.

Заведующий кафедрой ХТПЭ \_\_\_\_\_ Н.К. Кондрашева

**Рабочая программа согласована:**

Начальник отдела лицензирования,  
аккредитации и контроля качества  
образования \_\_\_\_\_ Ю.А. Дубровская

Начальник отдела методического  
обеспечения учебного процесса \_\_\_\_\_ А.Ю. Романчиков

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины «Материалы для оборудования неорганических производств» является формирование профессиональной технической культуры у студента, под которой понимается готовность и способность личности использовать в своей деятельности приобретённую совокупность компетенций для понимания взаимосвязи между составом, строением и свойствами различных материалов, применяемых в современной аппаратуре химической технологии.

Задачами дисциплины являются:

- изучение структуры материалов и коррозионного воздействия на нее агрессивных сред технологических процессов;
- овладение методами теоретического и практического исследования физико-химических свойств металлов и сплавов;
- готовность к решению проблем возникающих при реализации энергосберегающих, ресурсосберегающих технологических процессов производства неорганических веществ и при защите окружающей среды от техногенных воздействий;
- формирование культуры мышления, обобщения и анализа информации, постановки цели и выбора путей её достижения;
- понимание социальной значимости своей будущей профессии.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Материалы для оборудования неорганических производств» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» и изучается в 4-м семестре.

Дисциплина «Материалы для оборудования неорганических производств» является основополагающей для изучения следующих дисциплин. Знания, умения и навыки (компетенции), освоенные при изучении данной дисциплины, используются при прохождении последующих дисциплин и для последующего написания выпускной квалификационной работы (ВКР). Особенностью дисциплины является - подготовка студентов к творческому применению полученных знаний при создании новых и совершенствованию действующих технологических процессов и аппаратов.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Химические реакторы» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен обеспечить проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение	ОПК-4	ОПК-4.1. <b>Знает:</b> комплекс измерительных средств (приборов), фиксирующих значения важнейших параметров работы всех технологических аппаратов; комплекс локальных средств регулирования, определяющих нормальную и безопасную работу оборудования и технологии в целом; технологию проведения типовых экспериментов на стандартном оборудовании в лаборатории и на производстве; основные виды систем автоматического регулирования и законы управления; физико-

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
параметров технологического процесса при изменении свойств сырья		химические закономерности протекающих процессов на различных стадиях технологического процесса
		ОПК-4.2. <b>Умеет:</b> применять знания смежных и сопутствующих дисциплин при решении профессиональных задач; выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического процесса; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; определять основные статические и динамические характеристики объектов; анализировать технологические параметры процесса и выполнять обработку полученных результатов
		ОПК-4.3. <b>Владеет:</b> навыками работы на современных приборах и устройствах; методами управления и регулирования химико-технологических процессов; способностью анализировать технологический процесс как объект управления; навыками проведения стандартных и сертификационных испытаний материалов, изделий
Входной контроль сырья и материалов. Контроль качества выпускаемой продукции с использованием отработанных методик. Контроль соблюдения технологической дисциплины	ПКС-2	ПКС-2.1. <b>Знает:</b> основные технологические схемы производства, свойства основных и вспомогательных веществ и материалов
		ПКС-2.2. <b>Умеет:</b> проводить лабораторный анализ основных и вспомогательных материалов, подбирать методики проведения лабораторных исследований
		ПКС-2.3. <b>Владеет:</b> навыками отбора проб и подготовки их к анализу, составлением протоколов испытаний

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость учебной дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		4
<b>Аудиторные занятия, в том числе:</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
Проработка конспекта лекций	18	18
Подготовка к лабораторным работам	18	18
<b>Подготовка к практическим занятиям:</b>		
Выполнение заданий поисково-исследовательского характера	12	12

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		4
Реферат	12	12
Подготовка к экзамену	-	-
Подготовка к диф. зачету	12	12
Промежуточная аттестация – экзамен (Э), дифф. зачет (ДЗ)	ДЗ	ДЗ
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>		
<b>ак. час.</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>зач. ед.</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

#### 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические и лабораторные занятия, самостоятельная работа.

##### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
Раздел 1. Академик Николай Семенович Курнаков	16	2	4	2	8
Раздел 2. Структура металла и его кристаллизация	64	8	16	8	32
Раздел 3. Строение и свойства сплавов	64	8	16	8	32
<b>Итого:</b>	<b>144</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>72</b>

##### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Академик Николай Семенович Курнаков	Основные положения физико-химического анализа. Установление закономерностей строения диаграмм «состав-свойство». Развитие геометрического метода изучения различных физико-химических систем. Пирометр Н.С. Кунакова.	2
2	Структура металла и его кристаллизация	Строение металла. Кристаллизация металла. Изменение структуры металла. Изучение структуры металла.	8
3	Строение и свойства сплавов	Правило фаз. Сплав – твердый раствор. Сплав – механическая смесь. Сплав – химическое соединение. Вторичные превращения в сплавах. Тройные сплавы. Электролитические сплавы. Свойства сплавов. Строительные керамические материалы.	8
<b>Итого:</b>			<b>18</b>

##### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоёмкость в ак. часах
1	Раздел 1	Выпускник Петербургского горного института 1882 года, академик Петербургской академии наук Николай Семенович Курнаков. Диаграммы состояния сплавов.	4

2	Раздел 2	Дефекты кристаллического строения. Механические свойства металлов. Способы упрочнения металлов и сплавов. Термическая обработка углеродистых сталей.	16
3	Раздел 3	Углеродистые стали. Сплавы цветных металлов. Строительные керамические материалы.	16
<b>Итого:</b>			<b>36</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Разделы	Тематика лабораторных занятий	Трудоёмкость в ак. часах
1	Раздел 1	Эволюция пирометра Н.С. Курнакова: пирометр, термограф и сочетание дифференциального термического анализа с термогравиметрией.	6
2	Раздел 2	Исследование структуры и свойств чугунов. Термическая обработка углеродистых сталей. Микроскопический анализ структуры чугуна и сталей. Определение твердости по Бринеллю.	6
3	Раздел 3	Термическая обработка дюралюминия. Определение твердости по Виккерсу.	6
<b>Итого:</b>			<b>18</b>

#### 4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Практические занятия.** Цель практических занятий состоит в совершенствовании студентами умения и навыков решения практических задач своей будущей профессиональной деятельности.

#### **Лабораторные работы.**

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению навыками проведения лабораторных исследований по тематике своей будущей профессиональной деятельности.

**Консультации** (текущая консультация, накануне зачета) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа обучающихся** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости**

#### **Раздел 1. Академик Николай Семенович Курнаков**

1. Роль отечественных ученых в создании и развитии материаловедения.
2. Роль диаграмм свойство - состав в металлловедении.
3. Физико-химический анализ научная основа современного материаловедения.

#### **Раздел 2. Структура металла и его кристаллизация**

1. Назовите основные типы несовершенства кристаллического строения и их влияние на свойства металлов.
2. Что такое аллотропия (полиморфизм).
3. Что такое анизотропия свойств металлов?
4. Термодинамика и кинетика образования центров кристаллизации.
5. Сущность процесса модифицирования.
6. Влияние степени переохлаждения на величину зерна.

#### **Раздел 3. Строение и свойства сплавов**

1. Сплав – твердый раствор.
2. Сплав – механическая смесь.
3. Сплав – химическое соединение.
4. Многофазные сплавы.
5. Механизм эвтектической кристаллизации и строение эвтектик.
6. Зависимость свойств сталей от содержания в них углерода.
7. Ковкий чугун, его структура, условия получения и применения.

### **6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (дифференцированного зачета)**

#### **6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к дифференцированному зачету (по дисциплине):**

##### **Тема «Академик Николай Семенович Курнаков»**

Содержание и задачи курса. Исторический очерк. Роль отечественных ученых в создании и развитии материаловедения.

##### **Тема «Структура металла и его кристаллизация»**

Внутреннее строение материалов. Типы межатомных связей в твердых телах. Кристаллическая структура металлов. Строение неметаллических материалов. Принципы выбора и использования материалов. Свойства металлов, определяемые металлическим типом связи. Типы кристаллических решеток. Анизотропия свойств металлов. Основные типы несовершенства кристаллического строения и их влияние на свойства металлов. Точечные дефекты. Краевые и винтовые дислокации. Плотность дислокаций. Границы зерен и субзерен. Механизм гомогенной кристаллизации. Термодинамика и кинетика образования центров кристаллизации. Кинетика роста кристаллов. Влияние степени переохлаждения на величину зерна. Гетерогенное образование зародышей, роль примесей. Сущность процесса модифицирования. Строение металлического слитка. Превращения в твердом состоянии. Аллотропия (полиморфизм).

##### **Тема «Строение и свойства сплавов»**

Классификация сплавов. Сплавы – твердые растворы внедрения и замещения. Ограниченные и неограниченные твердые растворы. Сверхструктуры. Сплавы – химические соединения. Многофазные сплавы – смеси. Роль диаграмм состояния в металлловедении. Превращения, фазы и структурные составляющие в двойных системах. Механизм эвтектической кристаллизации и строение эвтектик. Перитектические структуры. Строение эвтектоида, механизм его образования. Кристаллизация сплавов в неравновесных условиях. Ликвация в сплавах, ее разновидности. Связь между характером и свойствами сплавов. Диаграмма состояния железо-цементит (метастабильное равновесие). Аустенит, феррит, цементит. Превращения в системе железо-цементит при медленном охлаждении. Структурные составляющие в системе железо-

цементит. Классификация железоуглеродистых сплавов. Структура стали и белого чугуна. Углеродистые стали. Зависимость свойств сталей от содержания в них углерода. Примеси в сталях, их влияние на свойства металла. Классификация и маркировка углеродистых сталей. Применение углеродистых сталей. Диаграмма состояния железо–графит (стабильное равновесие). Чугуны. Процесс графитизации. Серые чугуны. Высокопрочный чугун, его структура и свойства. Ковкий чугун, его структура, условия получения. Применение чугунов.

### 6.2.2. Примерные тестовые задания

#### Вариант № 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1	К основным этапам развития термического анализа, открытого в 18 веке Фаренгейтом, Цельсием и Реомюром следует отнести открытие в 1821г. термоэлектрического эффекта, которое сделал ...	1. Н.С. Курнаков 2. Ле-Шателье 3. В. Робертс-Остен 4. Т. Зеебек
2	Автоматическую запись при проведении термического анализа в 1904г. предложил ...	1. Н.С. Курнаков 2. Ле-Шателье 3. В. Робертс-Остен 4. Т. Зеебек
3	Если обозначить: 1. $\tau$ – время; 2. T – температура; 3. Г – гравиметрия; 4. Д – дифференциальная То при проведении дифференциального термогравиметрического анализа изменение временного отрезка отобразится на кривой ...	1. ДТА 2. ДТГ 3. ТГ 4. $\tau$
4	Если обозначить: 1. $\tau$ – время; 2. T – температура; 3. Г – гравиметрия; 4. Д – дифференциальная То при проведении дифференциального термогравиметрического анализа изменение веса образца отобразится на кривой ...	1. ДТА 2. ДТГ 3. ТГ 4. T
5	Термометрический параметр должен соответствовать пунктам ответов, за исключением	1. однозначной связи с температурой 2. хорошей воспроизводимости 3. по возможности большого изменения с изменением температуры 4. линейной зависимости от температуры
6	Одним и тем же температурам по шкалам Цельсия и Реомюра отвечают различные численные значения за исключением температуры	1. 0 °С 2. 20 °С 3. 80 °С 4. 100 °С



7	Одинаковые числовые значения по шкалам Цельсия и Фаренгейта отвечают температуре	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0 °</li> <li>2. -40 °</li> <li>3. -80 °</li> <li>4. 100 °</li> </ol>
8	Интересно, что по шкале Ренкина, принятой в США, нормальная температура человеческого тела (36,6 °C) имеет численное значение	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 36,6 °R</li> <li>2. 257,55 °R</li> <li>3. 457,55 °R</li> <li>4. 557,55 °R</li> </ol>
9	Начало температурной шкалы Ренкина совпадает с началом температурной шкалы ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Цельсия</li> <li>2. Фаренгейта</li> <li>3. Реомюра</li> <li>4. абсолютной термодинамической</li> </ol>
10	Если ввести обозначения: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\Theta</math> - температура;</li> <li>2. <math>Q</math> - количество тепла;</li> <li>3. <math>\eta</math> – коэффициент полезного действия машины Карно, работающей по обратимому циклу,</li> </ol> то уравнение абсолютной термодинамической шкалы можно записать так	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\eta = \frac{Q_2 - Q_1}{Q_2}</math></li> <li>2. <math>\Theta = \frac{Q}{Q_2 - Q_1} (\Theta_2 - \Theta_1)</math></li> <li>3. <math>\Theta = \Theta_0 + \frac{Q - Q_0}{Q_2 - Q_1} (\Theta_2 - \Theta_1)</math></li> <li>4. <math>\frac{\Theta_1}{\Theta_2} = \frac{Q_1}{Q_2}</math></li> </ol>
11	МПТШ-68 (Международная практическая температурная шкала) основана на использовании реперных ... точек	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 5</li> <li>2. 6</li> <li>3. 10</li> <li>4. 11</li> </ol>
12	Согласно МПТШ-68 (Международная практическая температурная шкала) соотношение между одним градусом шкалы Цельсия, одним градусом шкалы Ренкина (1 °R) и одним Кельвином (1 К)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1 °R = 1 К = 1 °C</li> <li>2. 5/9 °R = 5/9 К = 1 °C</li> <li>3. 1 °R = 5/9 К = 5/9 °C</li> <li>4. 5/9 °R = 1 К = 5/9 °C</li> </ol>
13	Наряду с такими достоинствами, как простота конструкции и высокая точность измерений, жидкостные термометры обладают следующими недостатками кроме пункта	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. невозможность регистрации и передачи показаний на расстояние</li> <li>2. зависимость показаний от изменения объемов жидкости и резервуара</li> <li>3. тепловая инертность и невозможность ремонта</li> <li>4. цена деления достигающая 0,01 °C</li> </ol>
14	Наивысший предел изменяемой температуры достигается ТЭП (термоэлектрическими преобразователями) с термоэлектродами	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. платинородий – платина</li> <li>2. хромель – алюмель</li> <li>3. железо – копель</li> <li>4. медь – копель</li> </ol>
15	В основе термографических исследований лежит термический анализ, который возник в ... веке	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. XV</li> <li>2. XVII</li> <li>3. XVIII</li> <li>4. XIX</li> </ol>
16	Термический анализ позволяет устанавливать постоянство температур фазовых превращений	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. полиморфных превращений</li> <li>2. кипения</li> <li>3. плавления и кристаллизации</li> <li>4. всё верно</li> </ol>

17	Развитие термографических исследований сдерживалось	1. громоздкостью ртутных термометров 2. громоздкостью газовых термометров 3. трудоёмкостью визуальных наблюдений 4. всё верно
18	До середины XIX века изучение ... проводилось исключительно путем химического анализа с применением кристаллографии	1. минералов 2. солей 3. руд 4. всего перечисленного выше
19	Сущность термографических исследований заключается в изучении физико-химических превращений индивидуальных веществ или систем по	1. тепловым эффектам 2. температуре плавления 3. температуре кристаллизации 4. температуре возгонки
20	К необратимым процессам при термографических исследованиях можно отнести	1. плавление 2. кристаллизацию 3. распад соединений 4. распад сложных соединений

Вариант № 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1	Впервые применил 1886 году ТЭП (термоэлектрический преобразователь) для анализа диссоциации кальцита ...	1. Н.С. Курнаков 2. В. Робертс-Остен 3. Ле-Шателье 4. Т. Зеебек
2	Для термогравиметрического анализа в 1915 году ... создал термовесы	1. Н.С. Курнаков 2. В. Робертс-Остен 3. Т. Холанд 4. Т. Зеебек
3	Если обозначить: 1. $\tau$ – время; 2. T – температура; 3. Г – гравиметрия; 4. Д – дифференциальная То при проведении дифференциального термогравиметрического анализа изменение температуры эталона в печном пространстве отобразиться на кривой ...	1. ДТА 2. ДТГ 3. ТГ 4. Т
4	Если обозначить: 1. $\tau$ – время; 2. T – температура; 3. Г – гравиметрия; 4. Д – дифференциальная То при проведении дифференциального термогравиметрического анализа скорость изменения веса образца отобразиться на кривой ...	1. ДТА 2. ДТГ 3. ТГ 4. Т

5	Для количественного выражения температуры необходимо установить температурную шкалу, а именно выбрать	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. начало отсчета</li> <li>2. реперные точки</li> <li>3. начало отсчета и единицу измерения температурного интервала</li> <li>4. единицу измерения температурного интервала</li> </ol>
6	Температуре кипения воды по шкале Фаренгейта соответствует числовое значение (°F)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 80 °F</li> <li>2. 100 °F</li> <li>3. 212 °F</li> <li>4. 273,15 °F</li> </ol>
7	Температуре 80 по шкале Реомюра отвечает по шкале Фаренгейта числовое значение	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0 °F</li> <li>2. 80 °F</li> <li>3. 100 °F</li> <li>4. 212 °F</li> </ol>
8	Перевод числовых значений температуры из градусов Цельсия (t °C) в Кельвины (K) можно произвести по уравнению	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. T K = t °C</li> <li>2. T K = t °C - 273,16</li> <li>3. T K = t °C + 273,15</li> <li>4. T K = t °C + 273,16</li> </ol>
9	Если ввести обозначения: 1. $\Theta$ - температура; 2. y – термометрический параметр, то уравнение эмпирической температурной шкалы можно записать так	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\Theta = f(y)</math></li> <li>2. <math>\Theta = ky + a</math></li> <li>3. <math>\Theta = \frac{y}{y_2 - y_1} (\Theta_2 - \Theta_1)</math></li> <li>4. <math>\Theta = \Theta_0 + \frac{y - y_0}{y_2 - y_1} (\Theta_2 - \Theta_1)</math></li> </ol>
10	Если ввести обозначения: 1. $\Theta$ - температура; 2. y – термометрический параметр; 3. k и a – коэффициенты в уравнении прямой линии, то эмпирическую шкалу можно охарактеризовать следующим, за исключением пункта	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. произвольного допущения <math>\Theta = ky + a</math></li> <li>2. зависимости результатов от термодинамического вещества</li> <li>3. независимости результатов от термодинамического вещества</li> <li>4. невозможности однозначного определения температуры</li> </ol>
11	МПТШ-68 (Международная практическая температурная шкала) подразделяется на области, для каждой из которых установлен свой эталонный прибор измерения температуры. Сколько областей ... и сколько ... приборов?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 4 области и 4 прибора</li> <li>2. 4 области и 3 прибора</li> <li>3. 3 области и 3 прибора</li> <li>4. 3 области и 4 прибора</li> </ol>
12	После уточнения термодинамических температур реперных точек и введения новой МТШ-90 (Международной температурной шкалы), соотношение между одним градусом Цельсия и одним Кельвином	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1 °C = 1 K</li> <li>2. 1 °C = 1 K + 3 · 10<sup>-4</sup></li> <li>3. 1 °C = 1 K - 273,15</li> <li>4. 1 °C = 1 K - 3 · 10<sup>-4</sup></li> </ol>
13	Пропорциональность изменения давления рабочего вещества при изменении температуры наблюдается только у манометрических манометров	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. всех</li> <li>2. газовых, жидкостных</li> <li>3. газовых, конденсационных</li> <li>4. жидкостных, конденсационных</li> </ol>

14	К обратимым процессам при термографических исследованиях можно отнести	1. переход из метастабильного в стабильное состояние 2. кристаллизация стекол 3. распад соединений 4. распад сложных соединений
15	На кривых нагревания и охлаждения отобразятся следующие процессы за исключением	1. плавления 2. кристаллизации 3. распада соединений 4. распада сложных соединений
16	Универсальным прибором для измерения температур является при термографических исследованиях	1. ТЭП (термоэлектрический преобразователь) 2. гальванометр 3. ТЭП (термоэлектрический преобразователь) с гальванометром 4. градусник
17	Достоинствами ТЭП (термоэлектрический преобразователь) можно отнести: 1. малая тепловая инерция; 2. широкий температурный интервал. Верно только	1. первое 2. второе 3. первое и второе 4. нет верного ответа
18	Дифференциальная запись позволяет обнаруживать самые незначительные термические эффекты, но не позволяет определить ... этих процессов	1. температуры 2. объемы 3. давления 4. содержание
19	При ДТА (дифференциальный термический анализ) в качестве материала тиглей и ампул используются только	1. кварц 2. корунд 3. платина 4. всё верно
20	При ДТА (дифференциальный термический анализ) в печном пространстве можно поддерживать атмосферу с требуемым парциальным давлением газа только	1. окислительную 2. восстановительную 3. нейтральную 4. всё верно

Вариант № 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1	Для измерение небольших разностей температур в 1869 году ... предложил дифференциальный ТЭП (термоэлектрический преобразователь)	1. Н.С. Курнаков 2. В. Робертс-Остен 3. Ле-Шателье 4. Т. Зеебек
2	В ДТА (дифференциальный термический анализ) регистрируют во времени изменение разности температур между, помещенными в печное пространство, исследуемым образцом и эталоном сравнения. Чаще всего эталон сравнения ...	1. $\alpha$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 2. SiO <sub>2</sub> 3. MgO 4. CaO

3	<p>Если обозначить:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\tau</math> – время;</li> <li>2. <math>T</math> – температура;</li> <li>3. <math>G</math> – гравиметрия;</li> <li>4. <math>D</math> – дифференциальная</li> </ol> <p>То при проведении дифференциального термогравиметрического анализа изменение разности температур между образцом и эталоном помещенными в печное пространство отобразиться на кривой ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ДТА</li> <li>2. ДТГ</li> <li>3. ТГ</li> <li>4. Т</li> </ol>
4	<p>Диссоциация химически чистого кальцита сопровождается убылью массы образца и на термогравиметрической кривой она будет составлять ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 100%</li> <li>2. 56%</li> <li>3. 44%</li> <li>4. 12%</li> </ol>
5	<p>Эмпирические температурные шкалы реализуются с помощью</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. реперных точек</li> <li>2. зависимости термометрического параметра от температуры</li> <li>3. температурного интервала, ограниченного двумя постоянными</li> <li>4. температур кипения и плавления чистых веществ</li> </ol>
6	<p>Температуре замерзания воды по шкале Фаренгейта соответствует числовое значение (<math>^{\circ}F</math>)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>32^{\circ}F</math></li> <li>2. <math>100^{\circ}F</math></li> <li>3. <math>212^{\circ}F</math></li> <li>4. <math>273,15^{\circ}F</math></li> </ol>
7	<p>После введения международной системы единиц СИ (Система Интернациональная) в большинстве стран используют</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. эмпирические шкалы</li> <li>2. термодинамические шкалы</li> <li>3. международную практическую шкалу</li> <li>4. абсолютную термодинамическую и международную практическую температурную шкалу</li> </ol>
8	<p>Средства измерения температуры, градуируемые в градусах Фаренгейта и Ренкина, продолжают применять в странах за исключением</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Австралии</li> <li>2. Великобритании</li> <li>3. США и Канады</li> <li>4. России</li> </ol>
9	<p>Термодинамическая температурная шкала базируется на втором начале термодинамики и имеет реперную точку соответствующую</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. тройной точке воды</li> <li>2. точке плавления льда</li> <li>3. точке кипения воды</li> <li>4. 11 реперным точкам</li> </ol>
10	<p>На практике реализация абсолютной термодинамической шкалы осуществляется с использованием</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. тепловой машины работающей по обратимому циклу Карно</li> <li>2. газового термометра с идеальным газом</li> <li>3. газового термометра с гелием</li> <li>4. МПТШ-68 или МТШ-90</li> </ol>

11	В качестве эталонных приборов для МПТШ-68 (Международная практическая температурная шкала) применяют	1. термометры сопротивления, манометрический и термоэлектрический 2. термометры сопротивления, термоэлектрический и оптический пирометр 3. термометры сопротивления, манометрический и оптический пирометр 4. термометры термоэлектрический, манометрический и оптический пирометр
12	Термометры расширения построены по принципу изменения объема жидкостей или линейных размеров твердых тел. К ним относятся перечисленные за исключением ...	1. жидкостных палочных и с вложенной шкалой 2. манометрических 3. дилатометрических 4. деформационных
13	Наиболее распространенный ТЭП (термоэлектрический преобразователь) РР (платина-платинародий) обладает ТКЭС (температурным коэффициентом электрического сопротивления °С <sup>-1</sup> ) порядка	3,910 <sup>-1</sup> 3,910 <sup>-2</sup> 3,910 <sup>-3</sup> 3,910 <sup>-4</sup>
14	Только на кривой нагревания отобразятся следующие процессы за исключением	1. кристаллизации стекол 2. перехода из метастабильного в стабильное состояние 3. распада соединений 4. распада сложных соединений
15	При ДТА (дифференциальный термический анализ) для регистрации температур применяются следующие ТЭП (термоэлектрические преобразователи): 1. железо-константановая до 0 °С 2. медь-константановая до 370°С 3. хромель-алюмелевая до 1200°С 4. платина-платинородиевая до 1400°С 5. выше 1400°С электроды из W; Мо; Та; Nb; Re Верно только	1. 1-2 2. 1-3 3. 1-4 4. 1-5
16	Областями применения ДТФ (дифференциального термического анализа) являются: 1. качественный фазовый анализ 2. количественный фазовый анализ 3. определение энтальпий фазовых превращений 4. определение давления диссоциации Верно	1. 1 2. 2 3. 3 4. 1-4

17	Терморезисторы, обладающие большим сопротивлением $\sim 10^5$ Ом и ТКЭС (термический коэффициент электросопротивления) $(3\div 4)\cdot 10^{-2} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ , что позволяет определять согласно формуле $\text{ТКЭС} = \frac{\Delta R}{R\Delta t}$ температуру с точностью	1. $1 \text{ }^\circ\text{C}$ 2. $10^{-1} \text{ }^\circ\text{C}$ 3. $10^{-2} \text{ }^\circ\text{C}$ 4. $10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}$
18	Не всегда целесообразно измерять изменение энтальпии интересующей нас реакции. Его иногда легче определить через другие реакции согласно закона ...	1. А.Авогадро 2. С.Аррениуса 3. Г.И.Гесса 4. М.В.Ломоносова
19	Решение зависимости $\frac{\Delta H_T^0 - \Delta H_{298}^0}{T - 298} = a + \frac{\hat{a}}{2}(T + 298) + \frac{c}{298T}$ по термодинамическим величинам позволяет определить	1. $\Delta H_T^0$ 2. $\Delta H_{298}^0$ 3. $\Delta H_{\hat{a}, \hat{c}}^0$ 4. $C_p = f(t)$
20	Термодинамическая величина $\lim_{\Delta T \rightarrow 0} \left( \frac{\Delta Q}{\Delta T} \right) = \frac{dQ}{dT}$ , где Q-количество теплоты, сообщенное системе и вызвавшее изменение ее температуры на $\Delta T$ , называется	1. теплопроводностью 2. температуропроводностью 3. теплоемкостью 4. теплопередачей

### 6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

#### 6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных, лабораторных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных, лабораторных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных, лабораторных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных, лабораторных и практических занятий
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

**Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:**

<b>Количество правильных ответов, %</b>	<b>Оценка</b>
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

**7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**7.1. Рекомендуемая литература**

**7.1.1. Основная литература**

1. *Медведева С.В.* Материаловедение. Неметаллические материалы. Курс лекций: учеб. пособие / Медведева С.В., Мамзурина О.И. Москва: МИСИС, 2012. 73 с. Режим доступа: [https:// e.lanbook.com/book/47429](https://e.lanbook.com/book/47429)

2. *Таволжанский С.А.* Производство слитков из цветных металлов и сплавов: учеб. пособие / Таволжанский С.А. Москва : МИСИС, 2013. 58 с. Режим доступа: [https:// e.lanbook.com/book/47435](https://e.lanbook.com/book/47435)

3. Материаловедение: Учебник для ВУЗов. / Под ред. Б.Н. Арзамасова // М.: МГТУ им. Баумана, 2008. 321 с.

4. Справочник по конструкционным материалам / Под ред. Б.Н. Арзамасова // М.: МГТУ им. Баумана, 2009. 456 с.

5. *Ржевская С.В.* Материаловедение: Учебник для ВУЗов. / С.В. Ржевская // М.: Университетская книга Логос, 2006. 332 с.

6. *Сажин В.Б.* Основы материаловедения / В.Б. Сажин // М.: Теис, 2005. 635 с.

**7.1.2. Дополнительная литература**

1. *Хворова И.А.* Практикум по материаловедению: учебное пособие / И.А. Хворова, И.Л. Стрелкова // Томский политехнический университет. Томск. Изд-во Томского политехнического университета, 2014. 89 с.

**7.1.3. Учебно-методическое обеспечение**

1. *Полянский В.М.* Макроскопический метод исследования изломов: учеб. пособие / В.М. Полянский // Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. 10 с. Режим доступа: [https:// e.lanbook.com/book/52149](https://e.lanbook.com/book/52149)

2. *Полянский В.М.* Микроскопический метод исследования изломов: методические указания к лабораторной работе по курсу «Механика разрушения»: учеб. пособие / В.М. Полянский // Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. — 10 с. Режим доступа: [https:// e.lanbook.com/book/58453](https://e.lanbook.com/book/58453)

**7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Европейская цифровая библиотека European: <http://www.europeana.eu/portal/>

2. Мировая цифровая библиотека: <http://www.wdl.org/ru/>

3. Свободная энциклопедия «Википедия»: <http://ru.wikipedia.org/>

4. Словари и энциклопедии на «Академике»: <http://dic.academic.ru/>

5. Электронная библиотека учебников: <http://student.net/>

6. Электронная библиотека IQlib: <http://www.iqlib.ru/>

7. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://www.rsl.ru/>

8. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»

**8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:**

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.



### **Аудитории для проведения лекционных занятий.**

Оснащенность: стол- 19 шт., стул-38 шт., доска белая маркерная Magnetoplan С 2000x1000 мм.

Компьютерная техника: интерактивный сенсорный LCD – экран iiyama ProLite PL8603U.

### **Аудитории для проведения практических и лабораторных занятий.**

Оснащенность: стол- 8 шт., стул-16 шт., доска белая маркерная Magnetoplan С 2000x1000 мм.

Компьютерная техника: Моноблок Dell OptiPlex 7470 All-in-One CTO 23.8” FHD DDR4 16 ГБ – 16 шт.

### **8.2. Помещения для самостоятельной работы:**

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

### **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:**

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., балон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стул – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

### **8.4. Лицензионное программное обеспечение:**

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»)

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007)

3. Microsoft Office 2007 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 46082032 от 30.10.2009, договор бессрочный Microsoft Open License 46822807 от 22.12.2009, договор бессрочный Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 45207312 от 03.03.2009)

4. MySQL Workbench v. 6.3.9 (лицензия свободная GNU GPL)
5. PHP 7.1.7 ( лицензия на свободное программное обеспечение, под которой выпущен язык программирования PHP, одобрена OSI)
6. Apache 2.4.27 (свободный кроссплатформенный Web-сервер, лицензия на свободное программное обеспечение Apache Software Foundation).
7. Python (свободное распространяемое ПО)