

# МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
«Воронежский государственный архитектурно-строительный университет»

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан строительного-технологического  
факультета



Власов В.В.

« 28 » 06 2013 г

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Введение в специальность»

Направление подготовки 020300.62 «Химия, физика и механика материалов»

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

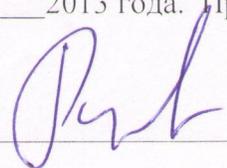
Нормативный срок обучения 4 года

Форма обучения очная

Автор программы:  к.х.н., доцент О.В. Артамонова

Программа обсуждена на заседании кафедры физики и химии

« 10 » 06 2013 года. Протокол № 13.

Зав. кафедрой  О.Б. Рудаков

Воронеж 2013

# 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Цели дисциплины

Раскрытие содержания и существа специальности бакалавр - материаловедения. Введение в специальность является одной из базовых дисциплин в формировании бакалавра, развивает у него навыки системного подхода к решению различных материаловедческих задач.

## 1.2. Задачи освоения дисциплины

- воспитание осознанного отношения к формированию знаний по специальности;
- привитие навыков междисциплинарного мышления;
- развить осознанное и заинтересованное отношение к формированию знаний по будущей специальности;
- сформировать идеологию бакалавра, специалиста, магистра, гражданина, интеллигента.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Введение в специальность» относится к вариативной части гуманитарного, социального, экономического цикла учебного плана.

Требования к «входным» знаниям и умениям студента, необходимым для изучения дисциплины «Введение в специальность»: владение школьными курсами по дисциплинам химия, физика, математика.

Дисциплина «Введение в специальность» является предшествующей для следующих курсов: химия твердого тела; специальные, конструкционные и функциональные строительные материалы.

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Введение в специальность» направлен на формирование следующих компетенций:

- общекультурные (ОК): ОК-1, ОК-2, ОК-6, ОК-10, ОК-12, ОК-13, ОК-17, ОК-18;
- профессиональные (ПК): ПК-3, ПК-6, ПК-8, ПК-13, ПК-15, ПК-16, ПК-20.

В результате изучения дисциплины студент должен:

### **ЗНАТЬ:**

- цикл дисциплин, определяющих подготовку бакалавра - материаловедения;
- виды деятельности бакалавра;
- составляющие элементы подготовки бакалавра;
- этапы решения инженерной задачи;
- историю развития архитектуры, строительства и материаловедения;
- сущность деятельности бакалавра и возможности дальнейшего обучения.

### **УМЕТЬ:**

- осознанно относиться к формированию знаний по специальности;
- представлять этапы решений материаловедческих задач;

- характеризовать сущность деятельности бакалавра - материаловедения.

**ВЛАДЕТЬ:**

- МИНИМАЛЬНО НЕОБХОДИМЫМ (ДЛЯ НАУЧНОЙ РАБОТЫ ВО ВРЕМЯ ОБУЧЕНИЯ В ВУЗЕ) КОМПЛЕКСОМ СВЕДЕНИЙ ОБ ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ АРХИТЕКТУРЫ, СТРОИТЕЛЬСТВА И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ, ПРОБЛЕМАХ СОВРЕМЕННОГО СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА.

**4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ**

Общая трудоемкость дисциплины «Введение в специальность» составляет 2 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		1
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	36	36
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	36	36
В том числе:		
Курсовой проект		
Контрольная работа		
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	зачет	зачет
Общая трудоемкость час	72	72
зач. ед.	2	2

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	2	3
1.	Цели, задачи, содержание курса «Введение в специальность»	Цели, задачи, проблематика, составные части и содержание курса «Введение в специальность»
2.	Общая характеристика образовательной программы подготовки бакалавра по направлению 020300 – Химия, физика и механика материалов	<p>Понятие «бакалавр», «магистр», «специалист». Двухуровневая система образования, виды деятельности бакалавра и магистра материаловедения (особенности и отличия). Отличительные особенности направления: Химия, физика и механика материалов.</p> <p>Труд бакалавра и техника, труд бакалавра и ученого; сравнительный анализ. Составляющие элементы подготовки бакалавра. Цикл дисциплин, определяющих подготовку бакалавра материаловедения.</p> <p>Сущность деятельности бакалавра материаловедения. Материаловедческая, технологическая части функций бакалавра материаловедения. Требования к квалификации бакалавра материаловедения.</p>
3.	МАТЕРИАЛОВЕДЧЕСКАЯ ЗАДАЧА, ПАРАМЕТРЫ ЗАДАЧИ, ЭТАПЫ РЕШЕНИЯ	<p>Понятие задачи в материаловедении, примеры и параметры задачи. Вероятностный подход в решении задач.</p> <p>Основные принципы создания современных функциональных материалов. Свойства материала как функция структуры и процессов, происходящих в системе при её структурообразовании.</p> <p>Этапы решения материаловедческой задачи, инженерный кругозор, инерция мышления, ложные ограничения.</p> <p>Понятия «состав», «структура», «состояние», «свойства», «качество» материала. Представление о современных высокотехнологичных материалах. Наноматериалы и нанотехнологии.</p>

**5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи  
с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами**

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ разделов данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин		
		1	2	3
1.	Химия твердого тела	+	+	+
2.	Современные методы синтеза твердофазных материалов	+	+	+
3.	Специальные, конструкционные и функциональные строительные материалы	+	+	+

**5.3. Разделы дисциплин и виды занятий**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего час.
1.	Цели, задачи, содержание курса «Введение в специальность»	4	-	-	4	8
2.	Общая характеристика образовательной программы подготовки бакалавра по направлению 020300 – Химия, физика и механика материалов	10	-	-	10	20
3.	МАТЕРИАЛОВЕДЧЕСКАЯ ЗАДАЧА, ПАРАМЕТРЫ ЗАДАЧИ, ЭТАПЫ РЕШЕНИЯ	22	-	-	22	44

**6. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ**

Не предусмотрен

**7. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ**

Не предусмотрены

**8. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ  
И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ**

Не предусмотрены

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

### **9.1 Вопросы для подготовки к зачету**

1. Цели, задачи, проблематика, составные части и содержание курса «Введение в специальность»
2. Общая характеристика и требования к основной образовательной программе подготовки бакалавра по направлению – Химия, физика и механика материалов. Отличительные особенности направления.
3. Понятие «бакалавр», «магистр», «специалист». Двухуровневая система образования, виды деятельности бакалавра и магистра материаловедения (особенности и отличия).
4. Труд бакалавра и техника, труд бакалавра и ученого; сравнительный анализ. Составляющие элементы подготовки бакалавра. Цикл дисциплин, определяющих подготовку бакалавра материаловедения.
5. Сущность деятельности бакалавра материаловедения. Материаловедческая, технологическая части функций бакалавра материаловедения. Требования к квалификации бакалавра материаловедения.
6. Понятие задачи в материаловедении, примеры и параметры задачи. Вероятностный подход в решении задач.
7. Этапы решения материаловедческой задачи, инженерный кругозор, инерция мышления, ложные ограничения.
8. Что такое материал и материаловедение. Понятия «состав», «структура», «состояние», «свойства», «качество» материала.
9. Материалы природного происхождения. Природное сырье и способы его переработки.
10. Свойства материала как функция структуры и процессов, происходящих в системе при её структурообразовании. Физико-химическая эволюция твердого вещества.
11. Основные принципы создания современных функциональных материалов. Представление о современных высокотехнологичных материалах. Наноматериалы и нанотехнологии.

### **9.2 Вопросы для подготовки к экзамену**

**Не предусмотрены**

### **9.3 Тесты контроля качества усвоения дисциплины**

**Не предусмотрены**

## 10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 10.1. Основная литература:

- 1 Богатова, Татьяна Васильевна. История архитектуры и материаловедения. Древний мир [Текст] : учеб. пособие : рек. ВГАСУ / Богатова, Татьяна Васильевна ; Воронеж. гос. архит.-строит. ун-т. - Воронеж : [б. и.], 2008 (Воронеж : Отдел оперативной полиграфии ВГАСУ, 2008). - 179 с.
- 2 Химия в строительстве: учебник: рек. УМО/под ред. В.И. Сидорова.-2-е изд., испр. и доп.-Москва: АСВ, 2010
- 3 Строительное материаловедение: учеб. пособие для вузов : рек. УМО/ под общ. ред. В.А. Невского. – 2-е изд., доп. и перераб.- Ростов н/Д: Феникс, 2009
- 4 Вопросы прикладной химии в строительном материаловедении [Текст] : учеб. пособие : рек. ВГАСУ / О. Б. Рудаков [и др.] ; Воронеж. гос. архит.-строит. ун-т. - Воронеж : [б. и.], 2007 (Воронеж : Отдел оперативной полиграфии ВГАСУ, 2007). - 167 с.

### 10.2. Дополнительная литература:

1. Общая химическая технология. Введение в моделирование химико-технологических процессов. Учебное пособие (2012, Закгейм А.Ю., Логос).- ЭБС IPRbooks

### 10.3 Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Чтение лекций осуществляется с использованием презентаций в программе «Microsoft PowerPoint».

### *Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:*

1. Справочно-информационный сайт по химии <http://www.alhimikov.net>

## 11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### *Технические средства обучения*

1. Ноутбук - отдел инновационных образовательных
2. Медиапроектор программ

## 12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (образовательные технологии)

Осуществление текущего контроля знаний с помощью собеседования по пройденному материалу.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО с учетом рекомендаций и ПрООП ВПО по направлению подготовки 020300.62 Химия, физика и механика материалов

**Руководитель основной образовательной программы**

доцент кафедры химии, к.х.н., доцент \_\_\_\_\_ О.В. Артамонова  
занимаемая должность, ученая степень и звание) (подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией строительно-технологического факультета

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201 г., протокол № \_\_\_\_\_.

Председатель профессор, д.т.н., доцент \_\_\_\_\_ Г.С. Славчева  
должность, учёная степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Эксперт

\_\_\_\_\_ (место работы) \_\_\_\_\_ (занимаемая должность) \_\_\_\_\_ (подпись) \_\_\_\_\_ (инициалы, фамилия)

МП  
организации

## Методические рекомендации по изучению дисциплины

### «Введение в специальность»

Для преподавания и изучения дисциплины используются следующие образовательные технологии.

1. Дидактически обоснованная структура дисциплины «Введение в специальность».

Содержательная часть дисциплины должна быть обоснована с точки зрения химии и требований к результатам освоения ООП бакалавриата, выраженных в виде определённых компетенций.

2. Точное следование рабочей программе дисциплины.

На вводной лекции студенты знакомятся со структурой УМКД «введение в специальность», получают разъяснение о роли каждой составляющей в учебном процессе, а также где и как получить доступ ко всем составляющим учебно-методического обеспечения.

3. Планирование времени и методическое обеспечение внеаудиторной самостоятельной работы (ВСР).

Для успешного освоения дисциплины студент должен самостоятельно работать столько же времени, сколько в аудитории под руководством преподавателя. Все студенты имеют доступ к полному методическому обеспечению ВСР.

4. Сопровождение занятий демонстрацией схем, таблиц, рисунков и презентациями в программе «Microsoft PowerPoint».

5. Подготовка тематики докладов, сообщений, презентаций для самостоятельной работы студентов.

6. Самостоятельное проведение студентами экспериментальных исследований на лабораторных занятиях с последующей интерпретацией и защитой результатов.

7. Рейтинговая система контроля и оценки знаний.

8. Регулярное проведение консультаций.

9. Осуществление текущего контроля знаний студентов с помощью бланкового тестирования.

10. Методические рекомендации по подготовке к экзамену.

К экзамену студент допускается при условии выполнения учебного плана:

- посещение лекций;
- выполнение и оформление лабораторных работ;
- выполнение индивидуальных заданий для самостоятельной работы;
- отчёт лабораторных занятий.

### **Советы по планированию и организации времени, необходимого для изучения дисциплины «Введение в специальность»**

Для более глубокого усвоения студентом предмета химия, можно порекомендовать следующее: работа с учебниками и дополнительной литературой. При работе с литературой следует вести запись основных положений (конспектировать отдельные разделы, выписывать новые термины и раскрывать их содержание);

Наряду с чтением лекций профессорско-преподавательским составом кафедры химии, изучением базовых учебников по курсу, учебных пособий студентам (очной и заочной форм обучения) рекомендуется проведение самостоятельной работы.

Самостоятельная работа является неотъемлемым элементом учебного процесса, одним из основных методов освоения учебных дисциплин и овладения навыками профессиональной и научно-исследовательской деятельности. При самостоятельной работе достигается конкретное усвоение учебного материала, развиваются теоретические способности, столь важные для современной подготовки бакалавра.

## **Виды и формы самостоятельной работы**

Самостоятельная работа студентов (СРС) предполагает многообразные виды индивидуальной и коллективной деятельности студентов, осуществляемые под руководством, но без непосредственного участия преподавателя в специально отведенное для этого аудиторное и внеаудиторное время. Самостоятельная работа – это особая форма обучения по заданию преподавателя, выполнение которой требует творческого подхода и умения получать знания самостоятельно.

Структурно самостоятельную работу студента можно разделить на две части:

1) организуемая преподавателем и четкоописываемая в учебно-методическом комплексе;

2) самостоятельная работа, которую студент организует по своему усмотрению, без непосредственного контроля со стороны преподавателя.

Методологической основой самостоятельной работы студентов является деятельностный подход, когда цели обучения ориентированы на формирование умений решать не только типовые, но и нетиповые задачи, когда студент должен проявить творческую активность, инициативу, знания, умения и навыки, полученные при изучении конкретной дисциплины.

Методическое обеспечение самостоятельной работы предусматривает: перечень тематики самостоятельного изучения, наличие учебной, научной и справочной литературы по данным темам, формулировку задач и целей самостоятельной работы, наличие инструкций и методических указаний по работе с данной тематикой. Задания должны соответствовать задачам изучения курса и целям формирования профессионала. На младших курсах СРС ставит своей целью расширение и закрепление знаний, приобретаемых студентом на традиционных формах занятий.

Формы самостоятельной работы студентов

1. Конспектирование.
2. Реферирование литературы.

3. Аннотирование книг, статей.
4. Выполнение заданий поисково-исследовательского характера.
5. Углубленный анализ научно-методической литературы.
6. Работа с лекционным материалом: проработка конспекта лекций, работа на полях конспекта с терминами, дополнение конспекта материалами из рекомендованной литературы.
7. Участие в работе семинара: подготовка сообщений, докладов, заданий.
8. Контрольная работа в письменном виде.
9. Выполнение заданий по сбору материала во время практики.

Виды самостоятельной работы:

- познавательная деятельность во время основных аудиторных занятий;
- самостоятельная работа в компьютерных классах под контролем преподавателя в форме плановых консультаций;
- внеаудиторная самостоятельная работа студентов по выполнению домашних заданий учебного и творческого характера (в том числе с электронными ресурсами);
- самостоятельное овладение студентами конкретных учебных модулей, предложенных для самостоятельного изучения;
- самостоятельная работа студентов по поиску материала, который может быть использован для написания рефератов, курсовых и квалификационных работ;
  - учебно-исследовательская работа;
  - научно-исследовательская работа.

## Виды и формы организации самостоятельной работы студентов

Виды самостоятельной работы	Руководство преподавателю
1. Конспектирование	Выборочная проверка
2. Реферирование литературы	Разработка тем и проверка
3. Выполнение заданий поискового характера	Разработка заданий, создание поисковых ситуаций, спецсеминар, составление картотеки.
4. Аннотирование книг, статей	Образцы аннотаций, проверка
5. Углубленный анализ научно-методической литературы	Собеседование по проработанной литературе, составление планов работы, разработка методики получения информации
6. Дополнение конспекта лекций рекомендованной литературой	Предложение составить свой план в заключении лекции
7. Участие в работе семинаров	Подготовка выступлений на семинаре, рефератов, проверка знаний
8. Лабораторно-практические занятия: в соответствии с инструкциями и методическими указаниями	Составление алгоритма действий, показателей уровня достижения результата

### Рекомендации по организации самостоятельной работы студента

Самостоятельная работа студентов за весь учебный год регламентируется общим графиком учебной работы по семестрам, предусматривающим выполнение индивидуальных заданий, рефератов.

Организация самостоятельной работы студентов по дисциплине (курсу) планируется и организуется преподавателем и описывается в соответствующем разделе учебно-методического комплекса. УМК по дисциплине включает обязательный раздел «Руководство самостоятельной работой студентов», в котором подробно описывается предлагаемое содержание СРС, конкретные задания, сроки их выполнения, справочный материал, формы отчетности и способы контроля с критериями оценки.

Студенту при работе по этому разделу УМК следует:

1. Внимательно изучить материалы, характеризующие курс и тематику самостоятельного изучения, что изложено в учебно-методическом

комплексе по дисциплине. Это позволит четко представить как круг, изучаемых тем, так и глубину их постижения.

2. Составить подборку литературы, достаточную для изучения предлагаемых тем. В учебно-методическом комплексе представлены основной и дополнительный списки литературы. Они носят рекомендательный характер, это означает, что всегда есть литература, которая может не входить в данный список, но является необходимой для освоения темы. При этом следует иметь в виду, что нужна литература различных видов:

- учебники, учебные и учебно-методические пособия;
- первоисточники. К ним относятся оригинальные работы теоретиков, разрабатывающих проблемы. Первоисточники изучаются при чтении как полных текстов, так и хрестоматий, в которых работы классиков содержатся не полностью, а в виде избранных мест, подобранных тематически;
- монографии, сборники научных статей, публикации в журналах, любой эмпирический материал;
- справочная литература – энциклопедии, словари;

3. Основное содержание той или иной проблемы следует уяснить, изучая учебную литературу. При этом важно понимать, что вопросы в истории любой науки трактовались многообразно. С одной стороны подобное многообразие объясняется различиями в мировоззренческих позициях, на которых стояли авторы; с другой свидетельствует об их сложности, позволяет выделить наиболее значимый аспект в данный исторический период. Кроме того, работа с учебником требует постоянного уточнения сущности и содержания категорий посредством обращения к энциклопедическим словарям и справочникам.

4. Абсолютное большинство проблем носит не только теоретический, умозрительный характер, но самым непосредственным образом выходят на жизнь, они тесно связаны с практикой социального развития, преодоления противоречий и сложностей в обществе. Это предполагает наличие у студентов не только знания категорий и понятий, но и умения ис-

пользовать их в качестве инструмента для анализа социальных проблем. Иными словами студент должен совершать собственные интеллектуальные усилия, а не только механически заучивать понятия и положения.

5. Соотнесение изученных закономерностей с жизнью, умение достигать аналитического знания предполагает у студента мировоззренческой культуры. Формулирование выводов осуществляется прежде всего в процессе творческой дискуссии, протекающей с соблюдением методологических требований к научному познанию.

Методические пособия по организации СРС выполняют направляющую роль. Они должны указывать в какой, последовательности следует изучать материал дисциплины, обращать внимание на особенности изучения отдельных тем и разделов.

### **Контроль самостоятельной работы студентов**

Технология организации контроля самостоятельной работы студентов включает тщательный отбор средств контроля, определение его этапов, разработку индивидуальных форм контроля.

Оценка успешности студента может вестись в традиционной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», либо по рейтинговой системе, основываясь на сумме набранных им в ходе самостоятельной работы баллов, за все виды СРС, включая итоговые аттестационные процедуры.

Эффективными формами контроля и активизации СРС в течение всего учебного семестра являются:

1. Использование бально-рейтинговой оценки.
2. Использование межсессионного контроля за качеством учебной работы студента.
3. Тестирование. Экзаменационные тесты позволяют оценить уровень знания студентов в баллах. Оцениваемые тесты могут использоваться преподавателями как формы промежуточного и итогового контроля.

Рекомендуемые формы контроля самостоятельной работы студентов:

- выборочная проверка во время аудиторных занятий;
- составление аннотаций на прочитанный материал;
- составление схем, таблиц по прочитанному материалу;
- обзор литературы;
- реферирование литературы, представление рефератов;
- подготовка конспекта;
- включение вопросов на контрольных работах, экзамене.

Планирование времени и методическое обеспечение внеаудиторной самостоятельной работы (ВСР).

Для успешного освоения дисциплины студент должен самостоятельно работать столько же времени, сколько в аудитории под руководством преподавателя. Все студенты имеют доступ к полному методическому обеспечению ВСР.

Организация самостоятельной работы студентов очной формы обучения заключается в планировании времени и методическое обеспечение внеаудиторной самостоятельной работы.

Для успешного освоения дисциплины студент должен самостоятельно работать столько же времени, сколько в аудитории под руководством преподавателя. Все студенты имеют доступ к полному методическому обеспечению ВСР.

### **Технология организации самостоятельной работы студентов с электронными ресурсами:**

- организация работы студентов с электронными каталогизированными учебно-методическими материалами;
- анализ свободного компьютерного фонда и составление плана-графика ресурсного обеспечения СРС в компьютерных классах;
- доведение информации о свободных ресурсах компьютерных классов до студентов;
- предварительная запись студентов на удобное для них время для работы с компьютерными ресурсами ИНЭК;
- обеспечение доступа студентов в компьютерные классы и контроль

за их работой;

- организация групповых занятий по заданию преподавателя, организация доступа в компьютерные классы.

В аудиториях для самостоятельных компьютерных занятий с помощью обучающих программ, студенты могут, как дополнить свои занятия, полученные на лекциях и семинарах, так и проверить свой уровень подготовки и сдать экзамен.

### **Описание последовательности действий студента**

Изучение дисциплины должно завершиться овладением необходимыми профессиональными знаниями, умениями и навыками. Этот результат может быть достигнут только после весьма значительных усилий. При этом важными окажутся не только старание и способности, но и хорошо продуманная организация труда студента. В первую очередь это правильная организация времени.

При изучении дисциплины наименьшие затраты времени обеспечит следующая последовательность действий. Прежде всего, необходимо своевременно, выяснить, какой объем информации следует усвоить, какие умения приобрести для успешного освоения дисциплины, какие задания выполнить для того, чтобы получить достойную оценку. Сведения об этом, то есть списки литературы, темы лабораторных работ, контрольных работ и вопросы к ним, а также другие необходимые материалы имеются в разработанном учебно-методическом комплексе.

Регулярное посещение лекций и лабораторных работ не только способствует успешному овладению профессиональными знаниями, но и помогает наилучшим образом организовать время, т.к. все виды занятий распределены в семестре планомерно, с учетом необходимых временных затрат.

Важнейшей частью работы студента является изучение химии. Учебник, при всей его важности для процесса изучения дисциплины, как правило, содержит лишь минимум необходимых теоретических сведений. Университетское образование предполагает более глубокое знание предмета. Кроме того, оно предполагает не только усвоение информации, но и формирование навыков ис-

следовательской работы. Для этого необходимо изучать и самостоятельно анализировать статьи периодических изданий и Интернет-ресурсы, посвященные проблемам химии.

Работу по конспектированию следует выполнять, предварительно изучив планы лабораторной работы и темы контрольных работ. В этом случае ничего не будет упущено и студенту не придется конспектировать источник повторно, тратя на это драгоценное время. Правильная организация работы, чему должны способствовать данные выше рекомендации, позволит студенту своевременно выполнить все задания, получить достойную оценку и избежать, таким образом, необходимости тратить время на переподготовку и пересдачу предмета.

### **Рекомендации по использованию материалов учебно-методического комплекса**

При работе с настоящим учебно-методическим комплексом особое внимание необходимо обратить на то, что дисциплина «Химия» тесно связана с некоторыми другими курсами, поэтому возможно дублирование некоторых изучаемых вопросов, источников и литературы.

Учебно-методический комплекс (УМК) призван помочь студенту понять специфику изучаемого материала, а в конечном итоге – максимально полно и качественно его освоить. Студент внимательно читает и осмысливает тот раздел, задания которого ему необходимо выполнить. Выполнение всех заданий, определяемых содержанием курса, предполагает работу с дополнительными источниками: монографиями, статьями периодических изданий и Интернет-ресурсов. Прежде чем осуществить этот шаг, студенту следует обратиться к основной учебной литературе, ознакомление с материалом которой позволит ему сформировать общее представление о существе интересующего вопроса.

В первую очередь студент должен осознать предназначение комплекса: его структуру, цели и задачи. Для этого он знакомится с преамбулой, оглавлением УМК, говоря иначе, осуществляет первичное знакомство с ним.

В разделе, посвященном методическим рекомендациям по изучению дисциплины, приводятся советы по планированию и организации необходимого для изучения дисциплины времени, описание последовательности действий студента («сценарий изучения дисциплины»), рекомендации по работе с литературой, советы по подготовке к экзамену и разъяснения по поводу работы с тестовой системой курса и над домашними заданиями. В целом данные методические рекомендации способны облегчить изучение студентами курса «Химия» и помочь успешно сдать экзамен.

В разделе, содержащем учебно-методические материалы курса, представлен опорный конспект лекций, содержание практических занятий по дисциплине (со списком литературы по каждой теме), словарь основных терминов курса, а также примерные темы рефератов, контрольные вопросы по каждой теме и тесты, при решении которых студенты могут проверить уровень своих знаний по дисциплине.

### **Рекомендации по работе с литературой**

Работа с литературой является основным методом самостоятельного овладения знаниями. Это сложный процесс, требующий выработки определенных навыков, поэтому студенту нужно обязательно научиться работать с книгой.

Осмысление литературы требует системного подхода к освоению материала. В работе с литературой системный подход предусматривает не только тщательное (при необходимости – многократное) чтение текста и изучение специальной литературы, но и обращение к дополнительным источникам – справочникам, энциклопедиям, словарям. Эти источники – важное подспорье в самостоятельной работе студента, поскольку глубокое изучение именно их материалов позволит студенту уверенно «распознавать», а затем самостоятельно оперировать теоретическими категориями и понятиями, следовательно – освоить новейшую научную терминологию. Такого рода работа с литературой обеспечивает решение студентом поставленной перед ним задачи (подготовка к лабораторным занятиям, выполнение контрольной работы и т.д.).

Выбор литературы для изучения делается обычно по предварительному списку литературы, который выдал преподаватель, либо путем самостоятельного отбора материалов. После этого непосредственно начинается изучение материала, изложенного в книге.

Прежде чем приступить к чтению, необходимо запомнить или записать выходные данные издания: автор, название, издательство, год издания, название интересующих глав. Предисловие или введение книги поможет установить, на кого рассчитана данная публикация, какие задачи ставил перед собой автор. Это помогает составить представление о степени достоверности или научности данной книги. Содержание (оглавление) дает представление о системе изложения ключевых положений всей публикации и помогает найти нужные сведения. Если в книге есть главы или отдельные параграфы, которые соответствуют исследуемой теме дисциплины, то после этого необходимо ознакомиться с введением.

Во введении или предисловии разъясняются цели издания, его значение, содержится краткая информация о содержании глав работы. Иногда полезно после этого посмотреть послесловие или заключение. Особенно это важно, если это не учебник, а монография, потому что в заключении объясняется то, что может оказаться непонятным при изучении материала. В целом, это поможет правильнее структурировать полученные знания.

При изучении материалов глав и параграфов необходимо обращать особое внимание на комментарии и примечания, которыми сопровождается текст. Они разъясняют отдельные места текста, дополняют изложенный материал, указывают ссылки на цитируемые источники, исторические сведения о лицах, фактах, объясняют малоизвестные или иностранные слова.

После просмотра книги целиком или отдельной главы, которая была необходима для изучения определенной темы курса, нужно сделать записи в виде краткого резюме источника. В таком резюме следует отразить основную мысль изученного материала, приведенные в ее подтверждение автором аргументы,

ценность данных аргументов и т.п. Данные аргументы помогут сформировать собственную оценку изучаемого вопроса.

Во время изучения литературы необходимо конспектировать и составлять рабочие записи прочитанного. Такие записи удлиняют процесс проработки, изучения книги, но способствуют ее лучшему осмыслению и усвоению, выработке навыков кратко и точно излагать материал. В идеале каждая подобная запись должна быть сделана в виде самостоятельных ответов на вопросы, которые задаются в конце параграфов и глав изучаемой книги. Однако такие записи могут быть сделаны и в виде простого и развернутого плана, цитирования, тезисов, резюме, аннотации, конспекта.

Наиболее надежный способ собрать нужный материал – составить конспект. Конспекты позволяют восстановить в памяти ранее прочитанное без дополнительного обращения к самой книге.

Конспект – это краткое изложение своими словами содержания книги. Он включает запись основных положений и выводов основных аргументов, сути полемики автора с оппонентами с сохранением последовательности изложения материала.

Большое значение имеет внешняя сторона записей. При составлении конспектов следует пользоваться различными приемами выделения отдельных частей текста, ключевых выражений, терминов, основных понятий (выделение абзацев, подчеркивание, написание жирным шрифтом, курсивом, использование цветных чернил и т.п.). Желательно оставлять поля для внесения дополнений, поправок или фиксации собственных мыслей по данной записи, возможно несовпадающих с авторской точкой зрения.

При изучении литературы особое внимание следует обращать на новые термины и понятия. Понимание сущности и значения терминов способствует формированию способности логического мышления, приучает мыслить абстракциями, что важно при усвоении дисциплины. Поэтому при изучении темы курса студенту следует активно использовать универсальные и специализированные энциклопедии, словари, иную справочную литературу. Вся рекомен-

дуемая для изучения курса литература подразделяется на основную и дополнительную. К основной литературе относятся источники, необходимые для полного и твердого усвоения учебного материала (учебники и учебные пособия). Необходимость изучения дополнительной литературы диктуется прежде всего тем, что в учебной литературе (учебниках) зачастую остаются неосвещенными современные проблемы, а также не находят отражение новые документы, события, явления, научные открытия последних лет. Поэтому дополнительная литература рекомендуется для более углубленного изучения программного материала.

### **Советы по подготовке к зачету**

Зачет - это заключительный этап изучения дисциплины, имеющий целью проверить теоретические знания студента, его навыки и умение применять полученные знания при решении практических задач. Зачет проводится в объеме учебной программы по дисциплине в устной форме.

Подготовка к экзамену начинается с первого занятия по дисциплине, на котором студенты получают общую установку преподавателя и перечень основных требований к текущей и итоговой отчетности. При этом важно с самого начала планомерно осваивать материал, руководствуясь, прежде всего перечнем вопросов к экзамену, конспектировать важные для решения учебных задач источники. В течение семестра происходят пополнение, систематизация и корректировка студенческих наработок, освоение нового и закрепление уже изученного материала.

Дисциплина «Введение в специальность» разбита на тематические блоки, которые представляют собой логически завершенные части рабочей программы курса и являются тем комплексом знаний и умений, которые подлежат контролю.

Зачет преследует цель оценить работу студента за курс. Полученные теоретические знания, их прочность, развитие творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умения синтезировать полученные знания и применять на практике решение практических задач.

Лекции, семинары и контрольные работы являются важными этапами подготовки к экзамену, поскольку студент имеет возможность оценить уровень собственных знаний и своевременно восполнить имеющиеся пробелы.

В этой связи необходимо для подготовки к экзамену первоначально прочитать лекционный материал, а также соответствующие разделы рекомендуемых учебных пособий. Лучшим вариантом является тот, при котором студент использует при подготовке как минимум два учебных пособия. Это способствует разностороннему восприятию конкретной темы. Для качественной подготовки к семинарским занятиям необходимо привлекать материалы научно-периодических изданий, а также материалы подготовленных и зачетных реферативных заданий.

### **Разъяснения по поводу работы с тестовой системой курса, по выполнению домашних заданий**

Тестовая система курса является одним из способов промежуточного или итогового контроля, проверки знаний учащихся по предмету. Тест представляет собой пробное задание, построенное в форме вопросов, которые в некоторых случаях снабжены вариантами ответов. Специфика прохождения тестирования заключается в том, что студент должен проявить как способности к комбинаторному мышлению, так и навыки самостоятельного формулирования категориальных свойств объекта, определений, проблем.

По своей структуре вопросы, применяемые для тестирования знаний студентов по дисциплине «Введение в специальность» с помощью тестовой системы, делятся на два типа:

1. «Одиночный выбор» - предлагается вопрос и четыре варианта ответов, один из которых верный. Студент может выбрать только один вариант ответа. Вопросно-ответный тест используется на тех стадиях работы по курсу, когда осуществляется освоение и эмпирическое накопление изучаемого материала. Проведение данного вида тестирования способствует глубокому проникновению в исследуемый материал, его детальной систематизации.

2. «Проверка преподавателем» - предлагается вопрос, студент на него отвечает, преподаватель позже проверяет и проставляет оценки. В основе данной разновидности теста лежит определение термина, понятия, категории по развернутой дефиниции без предполагаемых вариантов ответа. Этот тип тестирования требует от студентов точных знаний в области теории вопроса и предполагает достаточно высокий уровень владения не столько фактической, сколько концептуальной информацией.

Предлагаемые тестовые вопросы имеют различный уровень сложности и трудности. Присутствуют вопросы как первого уровня сложности и трудности (т.е. по узнаваемости в содержании ответов подсказки), так и второго (когда ответы на вопрос не предлагаются и студенту самостоятельно необходимо написать верный, по его мнению, ответ).

Кроме того, в конце лекционного занятия преподаватель проводит тестирование студентов на остаточные знания по ранее изученным темам. В целом все предлагаемые варианты тестовых вопросов направлены на более глубокое усвоение теоретического материала, знаний, умений и навыков студентов: умение давать определения, знания законов, принципов, правил, умение находить сходство и различия.

Курс предполагает выполнение студентом таких форм домашних заданий, как подготовка рефератов по одной из предложенных тем (по выбору студента).

Реферат – краткое изложение в письменном виде научного материала по определенной теме. В качестве реферата может выступать изложение книги, статьи, а также обобщение нескольких взглядов на одну проблему.

Цель реферата - сообщить научную информацию по определенной теме, раскрыть суть исследуемой проблемы с различных позиций и точек зрения, а затем сформулировать самостоятельные выводы. Выполнение рефератов позволяет более обстоятельно постигать изучаемую дисциплину.

В процессе работы над рефератом необходимо:

- проанализировать различные точки зрения, явления, факты, события;

- в случае необходимости провести научно обоснованную полемику;
- обобщить научный материал.

В результате проделанной работы над рефератом студент совершенствует свои навыки грамотного, лаконичного изложения собственных мыслей, навыки научного поиска и учится правильному оформлению научных работ.

## ЛЕКЦИЯ 1.

### **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ**

#### **511700 ХИМИЯ, ФИЗИКА И МЕХАНИКА МАТЕРИАЛОВ**

**Степень (квалификация) - бакалавр материаловедения**

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ СТАНДАРТ**

**ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

#### **План лекции**

1. Общая характеристика направления Химия, физика и механика  
Материалов.
2. Профилизация Воронежского ГАСУ.
3. Возможности продолжения образования.

#### **1. Общая характеристика направления**

##### **511700 - Химия, физика и механика материалов.**

1.1. Направление утверждено приказом Министерства образования Российской Федерации от 25. 11.1999 г. N 962.

1.2. Степень (квалификация) выпускника — бакалавр материаловедения.

Нормативный срок освоения основной образовательной программы подготовки бакалавра по направлению 511700 Химия, физика и механика материалов при очной форме обучения — 4 года. Заочная форма обучения не предусмотрена.

### 1.3. **Общая характеристика направления подготовки**

Химия, физика и механика материалов – **междисциплинарное направление естественно-научного образования в классических университетах**, сочетающее фундаментально-теоретическую подготовку в области химии, физики, математики, механики и выработку прочных экспериментально-практических навыков реальной научно-исследовательской работы в области химического материаловедения, нанотехнологий, наноматериалов и биоматериалов.

Важнейшим отличительным признаком направления «Химия, физика и механика материалов» является междисциплинарный характер обучения, позволяющий подготовить исследователей-материаловедов, способных наиболее эффективно работать «на стыке наук» и находить оригинальные и быстрые решения первостепенных материаловедческих задач. Другим отличительным признаком направления «Химия, физика и механика материалов» является фундаментальная направленность в подготовке исследователей-материаловедов, получающих глубокие знания в области математики и механики, физики и химии.

Существенной отличительной особенностью подготовки в рамках данного направления является предусмотренная стандартом обязательная научно-исследовательская работа студентов. Практические навыки научно-исследовательской работы приобретаются студентами под руководством индивидуальных кураторов с 1-го курса обучения и в период стажировок в ведущих отечественных и зарубежных материаловедческих центрах — на старших курсах. Проведение ежегодных семестровых научно-студенческих конференций формирует у студентов способность обобщать полученные результаты и отстаивать их в научной дискуссии. Все это способствует формированию исследователей-материаловедов с квалификацией, отвечающей самым высоким международным стандартам и позволяющей сократить период адаптации выпускника на начальном этапе самостоятельной работы. Расширенный гуманитарный цикл предусматривает в частности углубленную языковую подготовку. Владение двумя языками (английским и французским или немецким) даст возмож-

ность легко налаживать научные контакты с ведущими учеными мира, а также работать в интернациональных коллективах и выступать с научными докладами на иностранном языке. Экономические и правовые знания, предусмотренные стандартом, позволят выпускникам хорошо ориентироваться на рынке идей и технологий.

Развитие фундаментальных основ науки о материалах на базе современных научных знаний отвечает передовым тенденциям развития наукоемких исследований для обеспечения устойчивого инновационного развития общества, что требует выделения направления «Химика, физика и механика материалов» как самостоятельной области знаний, которая является общезначимой и базовой для развития других дисциплин и методик подготовки элитных исследователей широкого материаловедческого профиля, готовых к самостоятельной научно-исследовательской и теоретической работе в любом научном коллективе.

В Российской Федерации в направлении подготовки 511700 (020900 ОК-СО) «Химия, физика и механика материалов» реализуется **Двухуровневая система** высшего профессионального образования:

а) высшее профессиональное образование, подтверждаемое присвоением лицу, освоившему ООП и успешно прошедшему итоговую аттестацию, квалификации (степени) «бакалавр»; заочная форма обучения не предусмотрена;

б) высшее профессиональное образование, подтверждаемое присвоением лицу, освоившему ООП и успешно прошедшему итоговую аттестацию, квалификации (степени) «магистр».

Основные образовательные программы **бакалавра** могут иметь профиликации «наноматериалы и нанотехнологии», «биоматериалы», «неорганическая химия», «аналитическая химия», «химия твердого тела», «физика конденсированного состояния», «механика», которые дают ему возможность расширения или углубления знаний, умений и навыков, позволяют студенту продолжить образование на уровне ВПО с квалификацией (степенью) магистра соответствующего профиля и обеспечивают ему востребованность на рынке труда.

## 2. Профилизация ВГАСУ

### 511703 Химия, физика и механика конструкционных материалов

- Основные типы современных конструкционных материалов.
- Получение различных классов конструкционных материалов.
- Физико-химическая механика конструкционных материалов. Физико-химическая природа деградации эксплуатационных характеристик конструкционных материалов (металлов, керамик, полимеров). Формирование надмолекулярной структуры полимеров (ориентированная вытяжка, направленная полимеризация, деформация растворов) как путь создания высококачественных полимерных материалов. Химия и механика новых полимерных материалов на основе смесей полимеров. Механика полимерных композитов.
- Техничко-экономический эффект применения конструкционных материалов в современном обществе.

Основные образовательные программы **магистров** имеют научно-исследовательский профиль, реализуемый вузом с учетом его научных школ и потребностей региона. Магистерские программы реализуются на базе основных образовательных программ подготовки бакалавров, которые имеют соответствующие профилизации.

**Общими целями** основных образовательных программ в области химии, физики и механики материалов являются формирование у студентов интереса к изучению современной науки о материалах, понимания ее важнейшей роли в различных сферах (производственном, научном, экономическом, экологическом и социальном контекстах), вовлечение обучающихся в интеллектуально сферу производства новых знаний и технологий.

**Основными целями программ подготовки бакалавров** в области химии, физики и механики материалов должны быть:

- Обеспечение студентов широким и сбалансированным пониманием ключевых понятий и концепций.

- Выработка у студентов набора практических навыков понимания и оценки риска, навыков безопасной работы в условиях реальных научных исследований.

- Развитие у студентов способности применять стандартные методы решения проблем.

- Обеспечение студентов знаниями и навыками, на основе которых они могут продолжить изучение данной междисциплинарной области знания.

**Обладая фундаментальными базовыми знаниями, студент может продолжить специализацию в области химии, физики и механики материалов.**

### **3. Возможности продолжения образования**

Бакалавр подготовлен к продолжению образования:

- в магистратуре преимущественно по направлению 511700 Химия, физика и механика материалов»;

- к освоению в сокращенные сроки основной образовательной программы по специальности 011000 Химия.

*Основными целями магистерских программ в области химии, физики и механики материалов должны быть:*

- - Существенное когнитивное расширение студентами ключевых понятий и концепций и тем самым формирование глубокого прогностического понимания фундаментальных проблем и практических методов их решения в области современного материаловедения.

- - Формирование у студентов профессиональной способности планировать и самостоятельно проводить эффективную научную работу, а также критически оценивать ее результаты.

- - Формирование у студентов способности адаптировать и применять общие методы к решению нестандартных типов проблем.

- - Развитие у студентов критического мышления и осведомленности о достижениях и передовых исследованиях в области химии, физики, механики материалов и смежных областях.

- - Успешная подготовка студентов к профессиональной деятельности или обучению в аспирантуре.

- Программы магистерской подготовки должны сочетать в себе цели как бакалавриата, так и магистратуры. Программы магистерской подготовки должны предусматривать обеспечение реализации целей бакалавриата по-

*средством соответствующих требований к поступающим, либо путем дополнительного обучения на уровне магистратуры.*

В структуре современного российского высшего образования степень магистра следует за степенью бакалавра и предшествует степени кандидата наук.

**Magistr (лат.)** — наставник, учитель, руководитель. В Древнем Риме магистром называли важное должностное лицо, в Византии магистр – это высший титул служебной знати. В средние века магистрами называли студентов, достигших высших результатов в науках. Постепенно магистрами стали называть выпускников и студентов программ высшего образования самого высокого уровня.

Магистр материаловедения подготовлен:

- к самостоятельной научно-исследовательской деятельности, требующей широкой фундаментальной подготовки в современных направлениях химии, физики и механики в выбранном направлении, владения навыками современных экспериментальных методов;
- к самостоятельному повышению своего общеобразовательного и специального уровня знаний, в том числе при изменении вида профессиональной деятельности;
- к педагогической работе в средних, средних специальных и высших учебных заведениях различных форм собственности (при условии освоения дополнительной квалификации педагогического профиля).

Программы подготовки магистров предусматривают более глубокое изучение выбранной специальности, чем программы подготовки специалистов, за счет индивидуализации образования каждого студента и увеличения времени обучения. Таким образом, магистр оценивается как профессионал-практик, подготовленный лучше и глубже, чем специалист, как грамотный исследователь, способный самостоятельно ставить задачи и находить их решение с использованием новейших технологий современной науки.

## **Контрольные вопросы для самоподготовки студентов**

1. Чем характеризуется направление подготовки бакалавров Химия, физика и механика материалов?
2. Какие направления будущей деятельности бакалавров Химия, физика и механика материалов предполагает Воронежский ГАСУ.
3. Какие возможности продолжения образования у бакалавров Химия, физика и механика материалов.

## **ЛЕКЦИЯ 2.**

### **Общие требования к основной образовательной программе подготовки бакалавра по направлению**

### **511700 - Химия, физика и механика материалов.**

#### **План лекции**

1. Циклы дисциплин и итоговая государственная аттестация.
2. Требования к обязательному минимуму содержания основной образовательной программы.
3. Сроки освоения основной образовательной программы подготовки.

#### **1. Циклы дисциплин и итоговая государственная аттестация.**

Основная образовательная программа подготовки бакалавра должна предусматривать изучение студентом следующих циклов дисциплин и итоговую государственную аттестацию:

цикл ГСЭ — Общие гуманитарные социально-экономические дисциплины;

цикл ЕН — Общие математические и естественнонаучные дисциплины;

цикл ОПД — Общепрофессиональные дисциплины направления;

цикл СД — Специальные дисциплины;

цикл ФТД — Факультативные дисциплины.

#### **Требования к обязательному минимуму содержания основной**

**образовательной программы подготовки бакалавра по направлению  
511700 Химия, физика и механика материалов**

Индекс	Наименование дисциплин и их основные разделы	Всего часов
<b>ГСЭ</b>	<b>ОБЩИЕ ГУМАНИТАРНЫЕ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>1800</b>
ГСЭ.Ф.00	<i>Федеральный компонент:</i>	1260
ГСЭ.Ф.01.	<b><u>Иностранный язык</u></b>	340
ГСЭ.Ф.02.	<b><u>Физическая культура</u></b>	408
ГСЭ.Ф.03.	<b><u>Отечественная история</u></b>	136
ГСЭ.Ф.04.	<b><u>Правоведение</u></b>	104
ГСЭ.Ф.05.	<b><u>ФИ-</u></b> <b><u>ЛОСОФИЯ</u></b>	136
ГСЭ.Ф.06.	<b><u>Экономика</u></b>	136
ГСЭ.Р.00	<b>НА-</b> <b>ЦИОНАЛЬНО-РЕГИОНАЛЬНЫЙ (ВУЗОВСКИЙ)</b> <b>КОМПОНЕНТ</b>	270
ГСЭ.Ф.01.	<b><u>Русский язык и культура речи</u></b>	68
ГСЭ.Ф.02.	<b><u>Введение в специальность</u></b>	135
ГСЭ.Ф.03.	<b><u>Социология и психология</u></b>	67
ГСЭ.В.00	<b>КУР-</b> <b>СЫ ПО ВЫБОРУ СТУДЕНТА</b>	270
ГСЭ.В.01	<b>МЕ-</b> <b>ТОДОЛОГИЯ НАУЧНОГО ТВОРЧЕСТВА</b>	140
ГСЭ.В.02	<b>КОН</b> <b>ЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ</b>	50
ГСЭ.В.03	<b>ИН-</b> <b>НОВАТИКА В НАУКЕ, ТЕХНИКЕ И ТЕХНОЛОГИИ</b>	80
ЕН	<b>Общие математические и естественнонаучные дисциплины</b>	<b>1644</b>
ЕН.Ф.00	<i>Федеральный компонент:</i>	1372
ЕН.Ф.01	<b><u>Математика</u></b> Математический анализ; <u>Высшая алгебра и аналитическая геометрия</u> ; <u>Теория функций комплексного переменного</u> ; <u>Обыкновенные дифференциальные уравнения</u> ; <u>Уравнения математической физики</u> ; <u>Векторный и тензорный анализ</u> .	800
ЕН.Ф.02	<b><u>Информатика</u></b>	200
ЕН.Ф.03	<b><u>Физика</u></b> динамическая и статистическая механика и термодинамика: кинематика и динамика материальной точки и твердого тела, законы сохранения, основные положения	300

Индекс	Наименование дисциплин и их основные разделы	Всего часов
	специальной теории относительности, статистический метод рассмотрения систем многих частиц, классические распределения, термодинамический метод, идеальный и реальные газы, циклические процессы, явление переноса; электромагнетизм: электромагнитная природа света, интерференция, дифракция, голография.	
ЕН.Ф.04	<b><u>Биология с основами экологии</u></b>	72
ЕН.Р.00	<i>Национально – региональный (вузовский) компонент</i>	136
ЕН.Р.01	Сопротивление материалов	136
ЕН.В.00	<i>Курсы по выбору студента</i>	136
ЕН.В.01	Физико-химическая механика свойств материалов	136
ОПД	<b>Общепрофессиональные дисциплины направления</b>	<b>3150</b>
ОПД.Ф.00	<i>Федеральный компонент:</i>	2620
ОПД.Ф.01	<b><u>Химические дисциплины</u></b> <b><u>Общая и неорганическая химия</u></b> <u>Общая химия; Химия элементов (с основами качественного анализа); Материалы. Прошлое, настоящее, будущее.</u>	500
ОПД.Ф.02	<b><u>Органическая химия</u></b>	250
ОПД.Ф.03	<b><u>Современная аналитическая химия</u></b> <u>Методы анализа веществ и материалов</u> <u>Методы локального анализа и анализа поверхности</u> аналитическая электронная микроскопия, принципы растровой, просвечивающей и туннельной электронной микроскопии, рентгеноспектральный микроанализ - принципы, характеристическое и тормозное рентгеновское излучение, пределы обнаружения элементов, количественный анализ, спектроскопия характеристических потерь энергии электронов, катодолюминесцентный анализ полупроводников и диэлектриков. Оже-электронная и рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, рентгеновская абсорбционная спектроскопия тонкой структуры края поглощения. Масс-спектральный анализ поверхности, масс-спектрометрия вторичных ионов, масс-спектрометрия распыленных нейтральных частиц, анализ непроводящих объектов методом бомбардировки быстрыми атомами, лазерная микрозондовая масс-спектрометрия, элементный и молекулярный локальный анализ с использованием лазерного излучения, лазерная десорбционная масс-спектрометрия. Ядерно-физические методы анализа поверхности, авто-радиография, ядерный микрозонд, резер-	150

Индекс	Наименование дисциплин и их основные разделы	Всего часов
	фордовская спектроскопия, спектроскопия рассеяния медленных ионов для анализа поверхностных монослоёв, рентгеноспектральный анализ с ионным возбуждением, резонансные методы анализа поверхности.	
ОПД.Ф.04	<b><u>Физическая химия</u></b> <u>Химическая термодинамика; Термодинамика твердофазных реакций; Химическая кинетика; Электрохимия; Физико-химия дисперсных систем.</u>	350
ОПД.Ф.05	<b><u>Структурная химия и кристаллохимия</u></b> <u>Кристаллохимия: симметрия молекул и кристаллов, систематика и энергия кристаллических структур, химические связи в кристаллах, изоморфизм и полиморфизм, морфотропия, структура простых веществ и бинарных соединений, структурные типы тернарных соединений, кристаллохимия силикатов, органическая кристаллохимия, основы дифракционных методов исследования кристаллов.</u> <u>ОСНОВЫ РЕНТГЕНОВСКОЙ ДИФРАКТОМЕТРИИ КОЛЕБАТЕЛЬНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ: ОСНОВЫ КОЛЕБАТЕЛЬНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ, ИСПОЛЬЗУЮТСЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЧИСТО ХИМИЧЕСКИХ И ПРИКЛАДНЫХ (МАТЕРИАЛОВЕДЧЕСКИХ) ЗАДАЧ, И ДЕЛАТЬ ГРАМОТНЫЕ ВЫВОДЫ ИЗ ДАННЫХ СПЕКТРАЛЬНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ.</u>	150
ОПД.Ф.06	<b>Химия твердого тела</b> <u>Химическая физика твердого тела; Физико-химия и технология материалов: основные технологические операции на пути от вещества к материалу, прекурсоры, наносистемы, термическая обработка, методы закалки, мартенситные превращения, отжиги, рекристаллизация, основные стадии спекания, природа упрочнения при дисперсионном старении, кристаллизация из расплавов, направленная кристаллизация, рост кристаллов из пара, рост по механизму пар-жидкость-кристалл, планарная технология в микроэлектронике, методология разработки технологии новых материалов, направления и проекты современного материаловедения.</u>	120
ОПД.Ф.07	<b><u>Химия и физика высокомолекулярных соединений</u></b> Конформационный и конфигурационный анализы макромолекул, формирование комплекса физико-механических	100

Индекс	Наименование дисциплин и их основные разделы	Всего часов
	свойств аморфных полимеров, определяющее влияние кристаллической структуры на физико-механические свойства полукристаллических полимеров, сравнительный анализ физико-механического поведения высоко- и низкомолекулярных твердых тел и материалов на их основе, понимание и учет деструктивных процессов.	
ОПД.Ф.08	<b>ФИЗИЧЕСКИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> КВАНТОВАЯ ФИЗИКА	150
ОПД.Ф.09	СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА	150
ОПД.Ф.10	<u>Физика твердого тела</u>	300
ОПД.Ф.11	<u>Классическая механика и методы вычислений</u>	200
ОПД.Ф.12	<b><u>Механика материалов</u></b>	200
ОПД.Р.00	<u>Национально-регионально (вузовский) компонент</u>	265
ОПД.Р.01	Материаловедение и технология композитов	100
ОПД.Р.02	Общая теория технологии	100
ОПД.Р.03	Методы исследования неорганических веществ и материалов	65
ОПД.В.00	<u>Курсы по выбору студента</u>	265
ОПД.В.01	Моделирование технологических систем. Процессы и аппараты	139
ОПД.В.02	Стойкость и долговечность функциональных и специальных строительных материалов	90
ОПД.В.03	Безопасность жизнедеятельности в техносфере	36
<b>СД.00.</b>	<b>Специальные дисциплины</b>	<b>300</b>
СД.01.	Синтез и конструирование структур и материалов	105
СД.02.	Специальные, конструкционные и функциональные материалы	105
СД.03.	Химия и физика систем твердения материалов	90
<b>ФДТ.00.</b>	<b>Факультативы</b>	<b>450</b>
ФДТ.01.	Основы финансово-хозяйственной деятельности	64
ФДТ.02.	Конструктивные элементы из функциональных и специальных материалов	91
ФДТ.03.	Перспективные функциональные специальные неорганические материалы	140
ФДТ.04.	Химия обжиговых и тугоплавких материалов	155
<b>НИРС</b>	<b>Научно-исследовательская работа студента</b>	<b>756</b>

<b>Всего часов теоретического обучения</b>	<b>7344</b>
<b>НИРС</b>	<b>756</b>
<b>Итого</b>	<b>8100</b>

### **3. Сроки освоения основной образовательной программы подготовки бакалавра по направлению 511700 - Химия, физика и механика материалов**

Срок освоения основной образовательной программы подготовки бакалавра при очной форме обучения составляет 208 недель, в том числе:

- Теоретическое обучение, практикумы, в том числе лабораторные практикумы 136 недель
- Научно-исследовательская работа (НИРС) 14 недель
- Экзаменационные сессии не менее 20 недель
- Итоговая государственная аттестация:
  - государственный выпускной экзамен 3 недели
  - защита выпускной квалификационной работы 2 недели
- каникулы, включая 4 недели отпуска после окончания вуза не менее 31 недели.

Максимальный объем учебной нагрузки студентов устанавливается 54 часа в неделю, включая все виды его аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) учебной работы.

По требованиям техники безопасности длительность работы в химической лаборатории не должна превышать 6 часов. Объем аудиторных занятий студента при очной форме обучения не должен превышать в среднем за период теоретического обучения 32 часов в неделю. При этом в указанный объем не входят обязательные практические занятия по физической культуре и занятия по факультативным дисциплинам. Остальные часы из 54 часов недельной нагрузки отводятся на самостоятельную работу студента.

Общий объем каникулярного времени в учебном году должен составлять 7 – 10 недель, в том числе не менее 2 недель в зимний период.

#### **Контрольные вопросы для самоподготовки студентов**

1. Какие циклы дисциплин будут изучать студенты направления Химия, физика и механика материалов?
2. Какие предъявляются требования к обязательному минимуму содержания основной образовательной программы?
3. Какие сроки освоения основной образовательной программы подготовки?

### ЛЕКЦИЯ 3.

**Требования к уровню подготовки бакалавра по направлению  
511700 Химия, физика и механика веществ и материалов  
Требования к профессиональной подготовленности бакалавра**

#### План лекции

1. Требования к уровню подготовки бакалавра.
2. Требования к итоговой государственной аттестации бакалавра.
3. Требования к государственному экзамену

Бакалавр должен уметь решать задачи, соответствующей его степени (квалификации):

- иметь целостное представление о процессах и явлениях, происходящих в неживой и живой природе, понимать возможности современных научных методов и владеть ими на уровне, необходимом для решения задач, имеющих естественнонаучное содержание и возникающих при выполнении профессиональных функций;
- уметь на научной основе организовать свой труд, владеть компьютерными методами сбора, хранения и обработки (редактирования) информации, применяемыми в сфере его профессиональной деятельности; быть способным в условиях развития науки к переоценке накопленного опыта, анализу своих возможностей, уметь приобретать новые знания, используя современные информационные технологии;

- понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, основные проблемы дисциплин, определяющих конкретную область его деятельности, видеть их взаимосвязь в целостной системе знаний;
- уметь использовать модели для описания и прогнозирования различных явлений, осуществлять их качественный и количественный анализ; быть способным формулировать задачи, связанные с реализацией профессиональных функций, уметь использовать для их решения методы изученных им наук;
- знать и уметь грамотно использовать в своей деятельности профессиональную лексику; владеть лексическим минимумом одного из иностранных языков (1200-2000 лексических единиц, то есть слов и словосочетаний, обладающих наибольшей частотностью и семантической ценностью) и грамматическим минимумом, включающим грамматические структуры, необходимые для обучения устным и письменным формам общения; уметь вести на иностранном языке беседу-диалог общего характера, пользоваться правилами речевого этикета, читать литературу по специальности без словаря с целью поиска информации, переводить тексты со словарем, составлять аннотации, рефераты и деловые письма на иностранном языке, быть способным продолжить обучение и вести профессиональную деятельность в иноязычной среде (требование рассчитано на реализацию в полном объеме через 10 лет);
- иметь представления о возможностях применения фундаментальных законов физики, химии, математики и механики для объяснения свойств и поведения широкого спектра разнообразных функциональных материалов, в том числе сверхпроводящих и магнитных материалов, новых поколений супериоников, полупроводников, полимеров и биосистем, биоматериалов и гибридных материалов, предназначенных для электроники и здравоохранения; знать о современных достижениях материаловедения и физических принципах работы современных технических устройств;
- знать и уметь использовать основы математического анализа; алгебры, геометрии и дискретной математики; теории дифференциальных уравнений и численных методов; теории вероятности и математической статистики; фи-

зические основы механики, физику колебаний и волн, статистическую физику и термодинамику, электричество и магнетизм, квантовую физику, языки программирования и стандартные программные обеспечения своей профессиональной деятельности;

- знать теоретические основы неорганической химии, состав, строение и химические свойства основных простых веществ и химических соединений; понимать принципы строения вещества, иерархической структурной организации материалов и протекания химических процессов; владеть методами и способами синтеза веществ и материалов, описанием свойств веществ и материалов на основе закономерностей, вытекающих из периодического закона и периодической системы элементов;
- понимать роль аналитической химии в материаловедении; знать метрологические основы химического анализа, типы реакций, процессов в аналитической химии, классические и современные методы анализа газов, жидкостей, пленок, керамики, монокристаллов, наноразмерных и низкоразмерных структур и композитов; владеть методологией выбора необходимого метода анализа и методикой его проведения;
- владеть теоретическими представлениями органической химии, иметь знания о составе, строении и свойствах органических веществ – представлений основных классов органических соединений; владеть основами органического синтеза;
- понимать основы физической химии как фундамента материаловедения, владеть основами химической термодинамики, теории растворов и фазовых равновесий, элементами статистической термодинамики, знать основы химической кинетики и катализа, механизма химических реакций, электрохимии, владеть основными законами физической химии;
- знать основные особенности свойств высокомолекулярных соединений как одного из важнейших классов современных материалов, отличающие их от свойств низкомолекулярных соединений, иметь общие представления о

принципах синтеза полимеров, их структуре, физико-механических свойствах и областях их практического применения;

- иметь общее представление о структуре химико-технологических систем, обладать знанием типовых химико-технологических процессов и производств и пониманием взаимодействия технологий и окружающей среды;
- обладать теоретическими знаниями и практическими навыками, позволяющими ему работать в различных областях материаловедения и современной технологии, уметь самостоятельно повышать свой образовательный уровень знаний при изменении направлений профессиональной деятельности в связи с научно-техническим прогрессом; быть готовым к кооперации с коллегами и работе в коллективе; быть знакомым с методами управления, уметь находить и принимать управленческие решения в условиях различных мнений, знать основы педагогической деятельности; методически и психологически быть готовым к изменению вида и характера своей профессиональной деятельности, работе над междисциплинарными проектами.

### **Требования к итоговой государственной аттестации бакалавра**

#### **Общие требования к государственной итоговой аттестации.**

Итоговая государственная аттестация бакалавра включает: комплексный государственный экзамен по общепрофессиональным дисциплинам и защиту выпускной квалификационной работы.

#### **Требования к государственному экзамену**

- Государственный выпускной экзамен является основным видом итоговой государственной аттестации бакалавра и призван дать возможность установить уровень образованности, полноту знаний и навыков, приобретенных выпускником в рамках образовательной программы направления; уровень интеллектуальных способностей бакалавра, его творческие возможности для дальнейшего продолжения образования в магистратуре или по специальности.

В материалах, выносимых на государственный экзамен, представляются все основные разделы дисциплин цикла ОПД, причем в них прежде всего должны найти отражение фундаментальные составляющие этих дисциплин.

- Продолжительность государственного экзамена устанавливается ГАК по согласованию с ВУЗом.

### **Требования к выпускной (квалификационной) работе бакалавра**

Выпускная квалификационная работа, представляемая в виде рукописи, является дополнительной к государственному экзамену итоговой оценкой деятельности студента и предназначена для получения опыта постановки и проведения научного исследования. По форме представляет собой углубленную курсовую работу (экспериментальную, расчетную или теоретическую) по одной из специальных дисциплин и должна отражать умение выпускника в составе научного коллектива решать поставленную научную проблему.

Тема выпускной работы определяется кафедрой в соответствии с разрабатываемой тематикой и утверждается заведующим кафедрой.

Защита выпускной работы проводится на заседании ГАК.

Результаты государственного экзамена и защиты квалификационной работы учитываются высшим учебным заведением при рекомендациях бакалавра для продолжения образования.

### **Контрольные вопросы для самоподготовки студентов**

1. Какие требования предъявляются к уровню подготовки бакалавра?
2. Какие требования предъявляются к итоговой государственной аттестации бакалавра?
3. Какие требования предъявляются к государственному экзамену?

## **ЛЕКЦИЯ 4.**

### **ОБЛАСТИ, ОБЪЕКТЫ И ЗАДАЧИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ**

## План лекции

1. Области профессиональной деятельности выпускников.
2. Объекты профессиональной деятельности выпускников.
3. Задачи профессиональной деятельности выпускников

**Область профессиональной деятельности выпускников** по направлению подготовки «Химия, физика и механика материалов» включает научно-исследовательские центры, институты РАН, промышленные лаборатории, государственные органы управления, образовательные учреждения и организации различных форм собственности, организации индустрии и бизнеса, осуществляющие разработку и маркетинг технологий получения и производство функциональных, конструкционных, биоматериалов и наноматериалов. Бакалавр и магистр материаловедения могут работать в должностях, предусмотренных законодательством Российской Федерации и ведомственными документами для лиц с высшим профессиональным образованием с учётом направленности подготовки и стажа работы.

**Бакалавр материаловедения** может быть подготовлен к педагогической деятельности в средней школе или в колледже при условии освоения соответствующей дополнительной образовательной программы психолого-педагогического профиля.

**Магистр материаловедения** подготовлен к поступлению в аспирантуру, а также к педагогической деятельности в средней школе.

**Объектами профессиональной деятельности выпускников** по направлению подготовки «Химия, физика и механика материалов» является широкий спектр разнообразных функциональных материалов, технологий их получения и методов характеристики, в том числе сверхпроводящих и магнитных материалов, новых поколений супериоников, полупроводников, полимеров и биосистем, а также наноматериалов, предназначенных для электроники, фотоники, сенсорки, информационных технологий, здравоохранения и экологии. В соот-

ветствии с требованиями современных технологий объектами синтеза и исследования могут являться монокристаллы, керамика, низкоразмерные структуры, тонкие пленки, композиты, нанокompозиты, наноструктурированные материалы и т.д. Выпускники в качестве сфер профессиональной деятельности могут также иметь и фундаментально-научные разработки, информационное, маркетинговое и правовое (защита интеллектуальной собственности) обеспечение исследований и производства в области современного материаловедения.

Подготовка выпускников имеет **многоцелевой, междисциплинарный характер**, обеспечивает возможность деятельности, связанной с решением фундаментальных задач в области материаловедения: поиск оригинальных путей и разработку физико-химических основ получения новых перспективных материалов, исследование природы их химических, физических и механических свойств, а также изучение характера изменения реальной структуры материалов при вариации состава и условий синтеза. Квалификационные возможности выпускника приобретаются в результате обучения, включающего общую и специальную подготовку, сформированную на основе гармоничного сочетания фундаментальных естественнонаучных знаний по химии, физике, механике, математике и информатике с практическим овладением экспериментальными методами исследования. На основе полученных экономических и правовых знаний у студентов формируется умение конкурировать на рынке идей и технологий, а также способность к самостоятельному повышению своего общеобразовательного и специального уровня знаний, в том числе при изменении вида профессиональной деятельности.

**Выпускник бакалавриата подготовлен:**

- к самостоятельной *научно-исследовательской* деятельности, требующей широкой фундаментальной подготовки в современных направлениях химии, физики и механики в выбранном направлении, владения навыками современных экспериментальных методов;

- к *производственно-технологической и проектной* деятельности в области наукоемких технологий получения современных материалов;

- к *организационно-управленческой* деятельности в области маркетинга материалов;

- к *педагогической* работе в средних, средних специальных и высших учебных заведениях различных форм собственности.

### **Задачи профессиональной деятельности бакалавра:**

а) производственно-технологическая деятельность:

- эксплуатация современного лабораторного оборудования и приборов в соответствии с квалификацией, квалифицированная комплексная аттестация, исследование с помощью современных методов анализа природы химических, физических и механических свойств материалов, а также характера изменения реальной структуры материалов при вариации состава и условий синтеза, участие в работе аналитических и сертификационных центров;

- ведение методических документов при проведении научно-исследовательских и лабораторных работ;

- квалифицированная реализация на практике в рамках сотрудничества (совместной работы) с исследовательскими, промышленными лабораториями, научно-техническими и технологическими центрами основных технологий получения современных материалов,

- разработка предложений по оптимизации существующих наукоемких методик получения материалов,

б) научно-исследовательская деятельность:

- проведение научно-исследовательских работ в тех областях химии, физики, и механики, которые связаны с получением и исследованием современных материалов;

- анализ и обобщение результатов научно-исследовательских работ с использованием современных достижений науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта в области наук о материалах;

- систематический поиск и предварительный анализ научной и технической информации в области химического материаловедения для научно-

практической и патентной поддержки проводимых фундаментальных исследований или технологических разработок в области современного материаловедения,

- подготовка и проведение семинаров, научно-технических конференций, подготовка и редактирование научных публикаций;

- определение экономической эффективности научно-исследовательских и научно-производственных работ в области наук о материалах;

- распространение междисциплинарных знаний в области современной науки о материалах средствами Интернет, путем публикаций в отечественных и зарубежных изданиях, при реализации педагогической деятельности.

в) организационно-управленческая деятельность:

- участие в организации научно-исследовательских работ, контроль за соблюдением правил техники безопасности,

- проведение анализа научно-исследовательских работ студентов младших курсов и непрофильных работ, связанных с получением и анализом материалов.

г) проектная деятельность:

- подготовка сметной документации на обеспечение научно-исследовательских работ,

- участие в реализации научных проектов и создании отчетной документации.

**Задачи профессиональной деятельности магистра:**

а) производственно-технологическая деятельность:

- эксплуатация современного лабораторного оборудования и приборов в соответствии с квалификацией; выработка схем оптимальной комплексной аттестации продуктов реализации технологий получения материалов;

- ведение нормативных и методических документов при проведении научно-исследовательских и лабораторных работ; экспертное участие в экспериментальной и технико-проектной оптимизации существующих наукоемких методик получения материалов, успешная конкуренция на рынке идей и технологий,

б) научно-исследовательская деятельность:

- проведение самостоятельных научно-исследовательских работ в области химии, физики, механики, наук о материалах на уровне эксперта, требующих широкой фундаментальной междисциплинарной подготовки и владения навыками современных экспериментальных методов,
- выработка новых теоретических подходов и принципов дизайна материалов с заданными свойствами, решение фундаментальных задач в области материаловедения, разработка новых, оригинальных и высокоэффективных, технологий получения современных материалов, биоматериалов и наноматериалов,
- комплексный анализ и высококвалифицированное обобщение результатов научно-исследовательских работ с использованием современных достижений науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта в области наук о материалах, эвристический поиск и детальный анализ научной и технической информации в области химического материаловедения и смежных дисциплин для научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых фундаментальных исследований и технологических разработок в области современного материаловедения, составление аналитических обзоров,
- экспертное исследование с помощью современных методов анализа природы химических, физических и механических свойств материалов, а также характера изменения реальной структуры материалов при вариации состава и условий синтеза,
- развитие академической мобильности путем активного партнерского участия в работе зарубежных научно-исследовательских лабораторий во время научных стажировок и в аспирантуре, а также путем презентации стендовых и устных докладов на научных конференциях, активное участие в организации международного сотрудничества в рамках функционирования высших учебных заведений, институтов РАН и научно-технических центров,
- организация Интернет-ресурсов для сбора и распространения междисциплинарных знаний в области современной науки о материалах, квалифицированное обобщение научных и экспериментальных данных, самостоятельная подготовка

публикаций в отечественных и зарубежных изданиях, патентование полученных достижений, педагогическая деятельность по гармонизации фундаментальных естественнонаучных знаний по химии, физике, механике, математике и информатике с практическим овладением экспериментальными методами исследования,

в) организационно-управленческая деятельность:

- организация научно-исследовательских работ, контроль за соблюдением правил техники безопасности и регламента выполнения работ, проведение экспертизы научно-исследовательских работ в области наук о материалах,
- подготовка и проведение семинаров, организация научных мини-групп для решения поставленных научно-исследовательских задач, организация работы исследовательских групп в рамках функционирования аналитических и сертификационных центров, руководство курсовыми и другими квалификационными работами студентов и стажеров.

г) проектная деятельность:

- ведение сметной документации на обеспечение научно-исследовательских работ, научная организация эксперимента, проектирование научно-исследовательских работ в области наук о материалах,
- разработка бизнес-планов и проведение предварительных маркетинговых исследований для коммерциализации продуктов интеллектуальной (теоретической, научной и экспериментальной) деятельности, перспективная оценка экономической эффективности научно-исследовательских и научно-производственных работ в области наук о материалах,
- самостоятельная подготовка и реализация научных проектов ведомственных, национальных проектных систем (федерального уровня), а также международных грантов.

**Основные стратегические партнеры ФНМ МГУ:**

1. Работа в рамках совместных научно-образовательных центров: Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН, Институт проблем химической физики РАН (г. Черноголовка), Институт химической физики

им. Н.Н. Семенова РАН, Институт физической химии и электрохимии РАН, Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН, Институт физико-химических проблем керамических материалов РАН, Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН.

2. РУСАЛ (Россия), совместная разработка нерасходуемых электродных материалов для получения алюминия, совместные образовательные проекты.

3. МАИР (Россия), обмен опытом работы в крупной коммерческой структуре, стипендии для студентов.

4. Пентасиликон (Россия), совместные научно-исследовательские проекты, трудоустройство выпускников.

5. Samsung (Корея), совместные исследовательские проекты.

6. LG (Корея), совместные исследовательские проекты, стипендии для аспирантов, трудоустройство выпускников.

7. Saint Gobain (Франция), совместные исследовательские проекты, стипендии для студентов и аспирантов, совместная русско-французская аспирантура, трудоустройство выпускников.

8. Alcoa (США). На ФНМ МГУ была разработана (и запатентована) технология получения термически стабильной нанокристаллической гаммамодификации оксида алюминия, необходимая для производства катализаторов дожигания выхлопных газов автомобилей. Данный патент приобретен компанией Alcoa (США).

9. Degussa (Германия), совместные проекты в области биоматериалов, поддержка поездок студентов на конференции в Германию.

10. Институт химии твердого тела, Штутгарт (Германия), совместные исследования, обмен студентами и аспирантами, стипендии Гумбольдта.

11. Университет Бохума (Германия), совместные исследовательские проекты, обмен студентами, организация летних школ-семинаров.

12. Университет Аахена (Германия), обмен студентами, совместные исследовательские работы, стипендии Гумбольдта.

13. Университет Гумбольдта Берлина (Германия), совместные исследовательские работы, обмен студентами.

14. Компания Инновент Йены (Германия), совместная исследовательская работа, совместные проекты, обмен студентами, аспирантами, стажировки сотрудников.

15. Университет Васеда (Япония), обмен студентами, чтение лекций.

16. Университет Тохоку (Япония), совместные исследовательские работы.

17. Токийский Технологический Институт (Япония), совместные исследовательские работы, обмен аспирантами.

18. Университет «Париж 13» (Франция), совместные аспирантские работы.

19. Университет Южной Каролины (США), совместные исследовательские работы и проекты.

#### **Контрольные вопросы для самоподготовки студентов**

1. Какие области профессиональной деятельности выпускников?
2. Какие объекты профессиональной деятельности выпускников?
3. Какие задачи профессиональной деятельности выпускников?

#### **ЛЕКЦИЯ 5, 6**

### **ХИМИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ**

#### **НЕОРГАНИЧЕСКИЕ ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА**

##### **План лекции**

1. Неорганические вяжущие вещества воздушного твердения.
2. Неорганические вяжущие вещества гидравлического твердения.

Для правильной и полной оценки материалов при их изготовлении, выборе и эксплуатации в конструкциях необходимо знать и учитывать их химические и физико-химические свойства.

Химические свойства выражают степень активности материала к химическому взаимодействию с реагентами внешней среды и способность сохранять постоянными состав и структуру материала в условиях инертной окружающей

среды. Некоторые материалы склонны к самопроизвольным внутренним химическим изменениям в обычной среде. Ряд материалов проявляют активность при взаимодействии с кислотами, водой, щелочами, растворами, агрессивными газами и т.д. Химические превращения протекают также при технологических процессах производства и применения материалов.

## НЕОРГАНИЧЕСКИЕ ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА

Назначение вяжущих веществ состоит в соединении (связывании) в единое целое различных частей композиционных строительных материалов за счёт того, что они способны образовывать пластично-вязкую массу, которая превращается в камневидное тело. Классификация вяжущих веществ по химической природе на органические и неорганические (минеральные) приведена на рис. 1.

К *органическим* вяжущим относятся *битумы, дёгти, полимеры*. Органические вяжущие переводятся в пластичное состояние повышением температуры или растворением в органических растворителях. Переход в твёрдое состояние происходит или при понижении температуры, или за счёт изменения структуры полимеров.

*Минеральные* вяжущие делятся на воздушные и гидравлические. Пластично-вязкая масса (тесто) образуется при затворении воды минеральным порошком. В дальнейшем происходят физико-химические процессы твердения.

В настоящее время существуют *две основные теории твердения вяжущих веществ*.

Сущность *растворной теории* заключается в том, что исходные вещества растворяются в небольшом количестве воды с образованием насыщенного раствора, из которого выделяются кристаллические формы вяжущего, содержащего большее количество связанной воды. Эти вновь образовавшиеся формы называются *новообразованиями*.

Согласно *топохимической теории* новообразования могут возникать путём проникновения молекул и ионов воды в решётку исходного кристалла.

Поскольку процессы твердения вяжущих веществ относятся к гетерогенным процессам, то их скорость в значительной мере зависит от размеров частиц вяжущих веществ, и будут тем больше, чем меньше эти частицы, т.е. выше степень дисперсности.

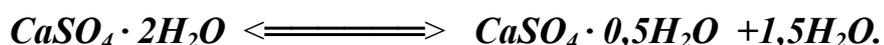
В зависимости *от условий твердения и отношения к воде* продуктов твердения минеральные вяжущие вещества делятся на *воздушные и гидравлические*.

*Воздушные* вяжущие вещества затвердевают и максимально сохраняют свою прочность только на воздухе. *Гидравлические* вяжущие после предварительного затвердевания на воздухе (схватывания) набирают и сохраняют свою прочность не только на воздухе, но и в присутствии воды. Таким образом, изделия, изготовленные на основе воздушных вяжущих, разрушаются в присутствии воды, а на основе гидравлических — достаточно устойчивы к действию воды.

### Гипсовые вяжущие вещества

Исходным сырьём для производства гипсовых вяжущих служат горные породы и отходы химических производств, содержащие *сульфат кальция*. Например, *строительный гипс* получают путём термической обработки при атмосферном давлении природного гипсового камня:

$(120 - 170)^\circ\text{C}$



Частичная дегидратация двуводного сульфата кальция приводит к тому, что полученная полуводная форма обладает избыточной внутренней энергией и при соприкосновении с водой превращается в прежнюю, двуводную форму. Гидратационное твердение строительного гипса может быть представлено уравнением



Процессы твердения гипсовых вяжущих описываются растворной теорией, и суть их состоит в том, что т.к. растворимость безводной и полуводной

форм сульфата кальция больше, чем двуводной, то из раствора первым выкристаллизовывается двуводный сульфат кальция  $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ , как менее растворимый.

Гипсовые вяжущие относятся к быстротвердеющим вяжущим, что не всегда удобно с технологической точки зрения. Для замедления процесса схватывания в воду добавляют поверхностно-активные вещества, которые адсорбируются на частичках вяжущего и замедляют процесс его растворения. Для получения пластично-вязкой массы вода берётся в большем количестве, чем это требуется по реакции гидратации, поэтому свежеизготовленные гипсовые изделия необходимо сушить для удаления избыточной воды. Однако процесс сушки должен проводиться при температуре не выше  $(60 - 70)^\circ\text{C}$ , т.к. двуводный сульфат кальция может частично перейти в полуводный, что уменьшает прочность изделий.

### **Воздушная строительная известь**

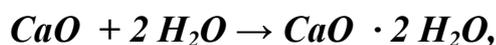
Сырьём для производства известковых вяжущих служат горные породы и отходы химических производств, содержащие карбонат кальция, иногда карбонат магния. Горные породы *известняки* помимо  $\text{CaCO}_3$  содержат *минералы глины*, если содержание последних в известняках *не превышает 6%*, то из такого сырья путём обжига в специальных печах получают *воздушную строительную известь*

$(900 - 1100)^\circ\text{C}$



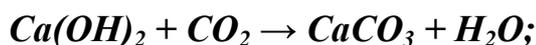
Кристаллический продукт, состоящий, в основном, из  $\text{CaO}$ , представляет собой вяжущее вещество – *воздушную строительную известь*. В соответствии с принципом Ле-Шателье для смещения равновесия в сторону образования  $\text{CaO}$ , т.е. увеличения выхода готового продукта следует повышать температуру (процесс эндотермический) и уменьшать давление углекислого газа. Продукт обжига имеет пористую структуру и обладает большой гидравлической активностью.

Взаимодействие с водой (*гашение*) идёт в две стадии. Вначале происходит проникновение в кристаллическую решётку воды и образование непрочного промежуточного соединения, которое разлагается с образованием гидроксида кальция (экзотермический процесс) и выделением паров воды, разрыхляющих известь:



Образовавшийся тонкодисперсный продукт называется «известь-пушонка», которая в смеси с водой и песком используется как известковый строительный раствор. Твердение известкового раствора включает несколько стадий:

- кристаллизация минерала *портландита*  $Ca(OH)_2$ ;
- *карбонизация* портландита (под действием углекислого газа)



- *силикатизация* (образование гидросиликата кальция)



Принцип образования нерастворимых гидросиликатов из смеси извести, молотого песка и воды используется в производстве силикатных вяжущих, когда для ускорения процесса тепловлажностную обработку ведут в автоклавах, где при высокой температуре присутствуют водяные пары.

Минеральный состав затвердевшего строительного раствора представлен нерастворимыми в воде  $CaO \cdot SiO_2 \cdot nH_2O$  и  $CaCO_3$ , но состоит, в основном, из достаточно растворимого (1,5 г/л)  $Ca(OH)_2$ , а поэтому известь и материалы на её основе набирают и сохраняют прочность на воздухе. Если негашёную известь длительное время хранить на воздухе, то она потеряет свои вяжущие свойства, т.к. будет взаимодействовать с водой и углекислым газом.

## 2. Портландцемент

Процесс получения портландцемента состоит из *трёх основных стадий*:

- приготовление сырьевой смеси;
- обжиг сырьевой смеси до спекания и получение цементного клинкера;
- помол клинкера с добавками.

Исходная сырьевая смесь (шихта) должна обеспечивать определённый химический состав конечного продукта, а именно:

CaO 63 - 67 % масс.

SiO<sub>2</sub> 21 – 24 % масс.

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 4 – 7 % масс.

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2,5 -4 % масс.

Такой состав обеспечивается применением карбонатных горных пород и глин, которые берутся в соотношении 3 : 1.

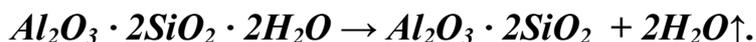
### Химические процессы при обжиге

Сырьевые смеси в процессе их нагревания до высоких температур претерпевают сложные превращения, сопровождающиеся изменением минерального состава и физических свойств.

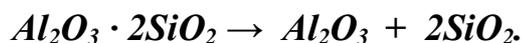
Обжиг проводится в медленно вращающихся цилиндрических печах, установленных с небольшим наклоном. Топливо вдувается в нижнем конце печи и движется навстречу сырьевой смеси. Печь условно делится на шесть зон.

В *первой* зоне при ( 200 – 250) °С происходит *испарение* свободной и удаление адсорбированной воды.

В зоне *подогрева* при ( 500 – 800) °С удаляется химически связанная вода. Например, для основного минерала глин, *каолинита*, этот процесс записывается следующим образом:



В конце зоны подогрева и в начале следующей зоны происходит разложение на свободные оксиды дегидратированной глины



Из других минералов глин или корректирующих исходную шихту добавок образуется свободный оксид железа *Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>*.

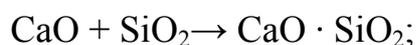
В третьей зоне *декарбонизации* при ( 500 – 800) °С разлагается карбонат кальция



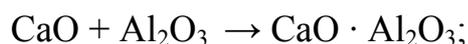
Оксиды, полученные разложением сырьевых минералов, имеют разрыхлённую структуру и разную химическую природу: *CaO* — основной оксид; *SiO<sub>2</sub>* — кислотный оксид; *Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>* — амфотерный оксид; *Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>* — амфотерный оксид.

По мере повышения температуры структурные элементы кристаллических решёток твёрдых тел начинают совершать всё более значительные колебания вокруг своих центров и, наконец, становится возможным переход частиц в новые положения, т. е. образование новых веществ. Такие реакции называют твёрдофазовыми, они начинаются в конце третьей зоны, но их скорость невелика.

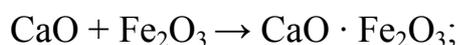
Четвёртая зона – зона *твёрдофазовых реакций* (1100– 1300) °С. В этой зоне протекают экзотермические реакции синтеза минералов из свободных оксидов:



двухкальциевый силикат – *белит*



*трёхкальциевый алюминат*



четырёхкальциевый алюмоферрит - *целим*

В пятой зоне *спекания* при (1300– 1500) °С образуется трёхкальциевый силикат – *алит*



В этой зоне материал частично плавится, а затем спекается в кусочки размером 4 – 20 мм, называемые *клинкером* (табл. 1).

Таблица 1

***Минеральный состав клинкера портландцемента***

Название минерала	Формула	Условное обозначение	Примерное содержание в клинкере, %
Трёхкальциевый силикат –алит	$3CaO \cdot SiO_2$	$C_3S$	40 – 65
Двухкальциевый силикат –белит	$2CaO \cdot SiO_2$	$C_2S$	15 – 40
Трёхкальциевый алюминат	$3 CaO \cdot Al_2O_3$	$C_3A$	5 – 15
Четырёхкальциевый алюмоферрит - целит	$4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$	$C_4AF$	10 – 20

Клинкерные минералы, полученные при высоких температурах, обладают избыточной энергией и высокой реакционной способностью по отношению к воде – гидравлической активностью. Для сохранения минералов в метастабильном состоянии их подвергают резкому *охлаждению* до 1000 °С в шестой зоне. После выдержки на складе в течение 1 – 2 недель клинкер с вводимыми добавками измельчают в тонкий порошок, который называют *портландцементом*.

**Твердение портландцемента**

Взаимодействие кристаллов клинкерных минералов портландцемента с водой идёт по **топохимическому механизму**, т.е. сопровождается присоединением поверхностью кристаллов молекул  $H_2O$  или ионов  $H^+$  и  $OH^-$  с образованием гидратированного слоя небольшой толщины и последующим переходом полностью или частично гидратированных ионов в водный раствор.

Гидратированные частицы получают вначале в высокодисперсном состоянии. Система в целом является коллоидной. Затем образуются коагуляционные структуры при взаимодействии между гидратными оболочками соседних частиц, система переходит в состояние геля. В дальнейшем связи между частицами упрочняются, растут крупные кристаллы за счёт растворения более мелких, образуются конденсационные структуры в виде сrostков между кристаллами. Прочность материала постепенно повышается.

Клинкерные минералы портландцемента *активно взаимодействуют с водой* сразу же после соприкосновения с ней. Скорость гидратации портландцемента определяется его составом. Для регулирования сроков схватывания цемента в него при помоле добавляют природный гипсовый камень, в присутствии которого распределение минералов по убыванию степени гидратации следующее:

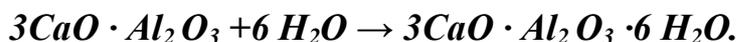
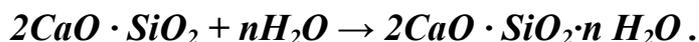


Гидратные соединения, образующиеся при *взаимодействии клинкерных минералов портландцемента с водой*, образуются в результате их частичного гидролиза и гидратации. Гидролизу минералы цементного клинкера способны подвергаться потому, что они образованы достаточно сильным основанием  $Ca(OH)_2$  и слабыми кислотами – кремниевыми и алюминиевыми.

Трёхкальциевый силикат подвергается гидролизу и гидратации:



Через некоторое время система оказывается насыщенной по отношению к  $Ca(OH)_2$ , устанавливается равновесие и образовавшийся двухкальциевый гидросиликат -  $C_2SH_n$  дальнейшему гидролизу не подвергается. По этой же причине остальные клинкерные минералы только гидратируются, но не гидролизуются.



В обычных условиях марочная прочность изделий на основе портландцемента достигается за **28 суток**. В условиях *тепловлажностной* обработки (повышенная температура и повышенное давление водяных паров) гетерогенные процессы твердения цемента ускоряются и марочная прочность набирается за **12 – 18 часов в пропарочной камере при (80 – 90)°C** или за **8 – 12 часов в автоклаве при (175 – 180)°C**. Образовавшиеся новые минералы – *новообразо-*

*вания* - являются составными частями *цементного камня* на основе портланд-цемента.

### **Контрольные вопросы для самоподготовки студентов**

1. Назовите основные вяжущие вещества воздушного твердения.
2. Какие процессы протекают при твердении вяжущих воздушного твердения?
3. Назовите химический и минеральный состав портландцемента.
4. какие физико-химические процессы протекают при твердении портландцемента?

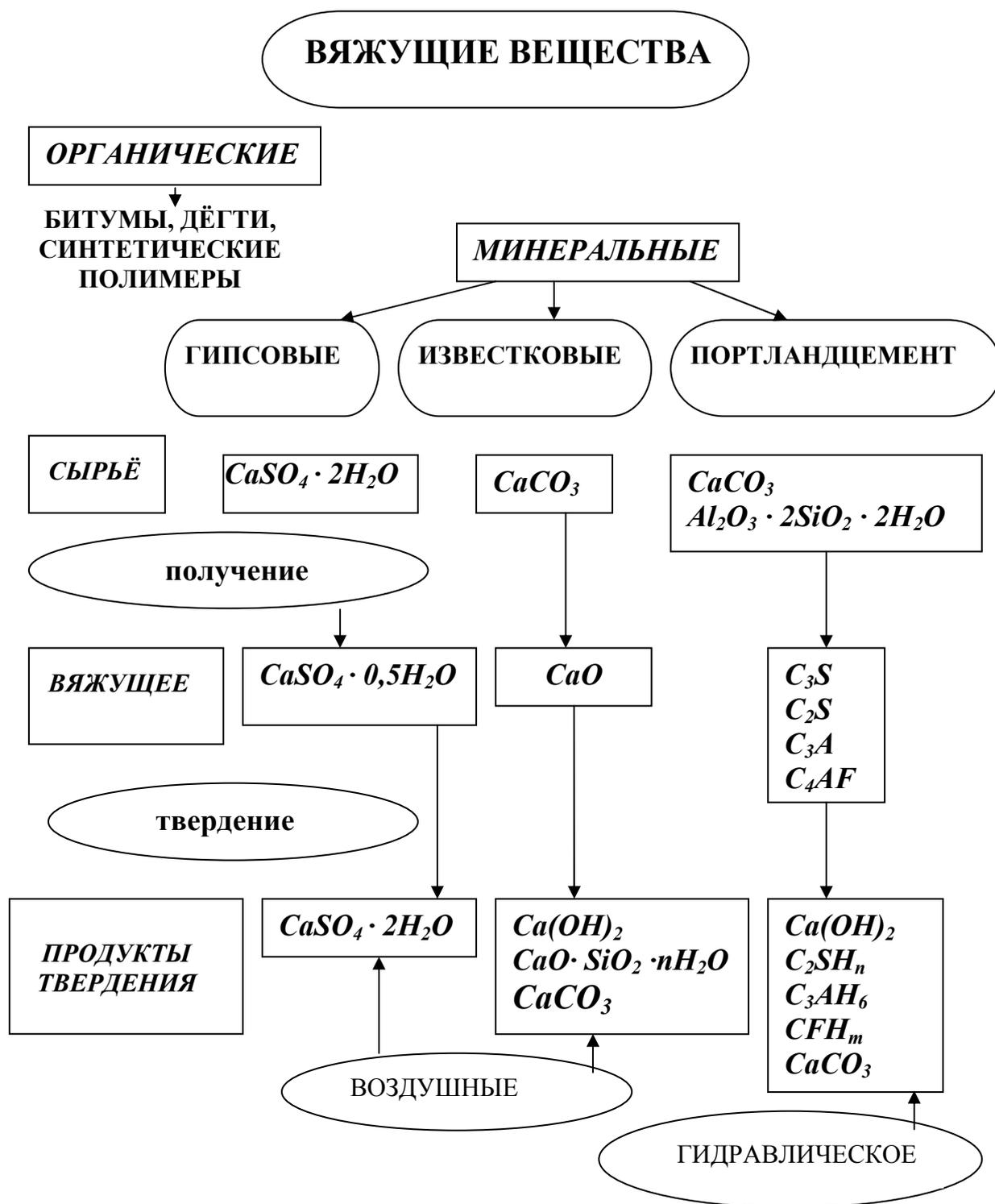


Рис. Классификация вяжущих веществ и схема получения и твердения минеральных вяжущих

## ЛЕКЦИЯ 7

# ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### План лекции

1. Физические свойства строительных материалов.
2. Физико-химические свойства строительных материалов.
3. технологические и механические свойства строительных материалов.

*Сегодня на рынке строительных смесей и материалов представлено большое количество различной продукции как отечественных, так и зарубежных производителей. В описании своей продукции производители обычно рекламируют те свойства строительных материалов, которые выгодно их отличают перед остальными, или используют характеристик, которые дают преимущества в их использовании. Для того, что вы могли более свободно ориентироваться в терминологии свойств строительных материалов рассмотрим более подробно описание основных характеристик.*

***1. Основными свойствами строительных смесей и материалов являются их физические, химические, технологические и механические свойства.***

Свойства любого строительного материала напрямую зависят от его состава, поэтому, вначале перечисляется состав и используются термины о его строение. Для правильного понимания свойств строительных материалов нужно знать их химический, минеральный и фазовый составы.

**Химический состав** показывает, характеризует процентное содержание в материале химических элементов или оксидов, позволяет судить о некоторых свойствах материалов - механической прочности, огнестойкости, биостойкости и т.д.

**Минеральный состав** показывает, какие минералы и в каком количестве содержатся в каменном материале или в вяжущем веществе. Например, искусственный минерал трехкальциевый силикат ( $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ ) содержится в порт-

ландцементе в количестве 45.....60 %, причем при большем его содержании твердение цемента ускоряется и повышается прочность цементного камня.

**Фазовый состав** указывает на содержание в материале фаз, т.е. частей, однородных по химическому составу и физическим свойствам и отделенных друг от друга поверхностями раздела. Например, основными фазами клинкера портландцемента является алит, белит, целит и алюмоферритная фаза. В пористом материале выделяют твердые вещества, образующие стенки пор, и сами поры, заполненные воздухом, водой. Если вода замерзает, то образовавшийся в порах лед изменяет теплотехнические, механические и другие свойства материала, вызывает в нем большие внутренние напряжения вследствие увеличения объема замерзающей в порах воды. Фазовый состав материала и фазовые переходы воды в нем оказывают влияние на все свойства и поведение материала при эксплуатации. Материалы, представленные одной фазой, называют гомогенными, а двумя и более - гетерогенными.

## **2. Строение материала характеризует его структурой и текстурой**

**Структура** – внутреннее строение материала, обусловленное формой, размерами, взаимными расположениями составляющих его частиц, пор, капилляров, взаимным расположением составляющих его частиц, пор, капилляров, поверхностей раздела фаз, микротрещин и других структурных элементов.

В зависимости от структуры различают **материалы изотропные** - обладающие одинаковыми свойствами во всех направлениях (затвердевшие бетоны и строительные растворы, керамические материалы), или **анизотропные**, свойства которых различны в разных направлениях (железобетон, древесина, волокнистые материалы).

**Текстура** – строение, обусловленное относительным расположением и распределением составных частей материала в занимаемом им пространстве. Текстура бывает слоистая, массивная, полосчатая, пористая и др.

В большинстве своем **строительные материалы** имеют пористую текстуру. Их подразделяют на мелкопористые, размеры пор, которых определяются сотыми и тысячными долями миллиметра до 1...2 мм. Мелкопористыми ма-

териалами являются затвердевшие строительные растворы и бетоны, керамика, ряд камней, а крупнопористыми пено - и газобетоны, газостекло, пороплаты и др. Крупные поры (до сантиметра) называют пустотами, к ним относят и пространства между кусками и зёрнами рыхлых материалов.

***Различают макро- и микроструктуру материала.***

***Макроструктура*** – структура, видимая невооруженным глазом или при небольшом увеличении; она бывает конгломератная (характерна для бетонов), ячеистая (газо- и пенобетоны, ячеистые пластмассы), волокнистая (древесина, стеклопластики), мелкопористая (ряд керамических материалов), слоистая (текстолит, бумопласт), рыхлозернистая (порошкообразные и зернистые материалы).

***Микроструктура*** – структура, видимая в оптический или электронный микроскоп. Применительно, например, к строительному **цементному** раствору по микроструктуре можно судить о минеральном составе, количестве расположении основных фаз в цементном камне, поровом строении, размере, расположении и количестве микропор, особенностям контактного слоя между заполнителем цементным камнем.

***По физическому состоянию все вещества подразделяются на твердые, жидкие, газообразные и плазму.***

В штукатурных и малярных работах используют материалы, которые находятся в твердом или жидком состоянии.

Твердым телом называется всякое тело, имеющее определенную форму. Так, к твердым телам относят металлы, камни, лед, воск, битум, стекло и др. Твердые тела могут находиться в кристаллическом (гранит, металлы, лед) и аморфном (воск, стекло, эбонит) состояниях.

***Кристаллические тела*** имеют упорядоченное взаимное расположение образующих их частиц - атомов и молекул, а аморфное хаотичное их расположение. Кристаллические вещества обладают характерными свойствами переходить из твердого состояния в жидкое при определенной, постоянной для данного вещества, температуре. Эта температура называется температурой плавления.

ния, равна температуре отвердения (каждое расплавленное вещество при охлаждении вновь отвердевает). Аморфные вещества не имеют четко выраженной температуры плавления и отвердевания, при нагревании они постепенно размягчаются и переходят в жидкое состояние.

Твердые **материалы**, используемые в штукатурных и малярных работах, бывают сыпучими и кумовыми.

Жидкое агрегатное состояние вещества, сочетающее в себе черты твердого состояния (сохранение объема, определенная прочность на разрыв) и газообразного (изменчивость формы).

В процессе работы штукатуры и маляры имеют дело не только с твердыми и жидкими веществами, но и с так называемыми коллоидно-дисперсными системами и растворами, различными смесями составами.

**Дисперсные системы** – образования из двух или большего числа фаз (тел) с сильно развитой поверхностью раздела между ними. В дисперсных системах одна из фаз - дисперсная фаза - распределена в виде мелких частиц (кристалликов, капель, пузырьков) в другой фазе - дисперсионной среде - газе, жидкости или твердом теле. Дисперсность - характеристика размеров твердых частиц и капель жидкости (чем меньше частицы, тем больше дисперсность). На практике в качестве дисперсных систем, размер частиц которых более 0,1 мкм, используют суспензии, эмульсии, коллоиды. Грубодисперсные системы (суспензии, эмульсии, порошки, пена) неустойчивы; чрезмерное измельчение порошков ведет к их слипанию (коагуляции).

**Суспензия** – система, в которой частицы твердой дисперсной фазы взвешены в жидкой дисперсионной среде. К таким системам относятся готовые к применению краски, являющиеся суспензиями пигментов и наполнителей в связующих веществах и растворителях, шпаклевки, подмазочные пасты.

**Суспензия** – система, в которой частицы твердой дисперсной фазы взвешены в жидкой дисперсионной среде. К таким системам относятся готовые к применению краски, являющиеся суспензиями пигментов и наполнителей в связующих веществах и растворителях, шпатлевки.

**Эмульсии** – система, состоящая из двух не растворяющихся друг в друге жидкостей, одна из которых (дисперсная фаза) распределена в другой (дисперсной среде).

В суспензиях и эмульсиях частицы дисперсной фазы стремятся к седиментации, т.е. к осаждению. В дополнение к этому они могут коагулировать, сцепляться под действием молекулярных сил.

**Коллоиды** – промежуточные системы между истинными растворами и грубодисперсными системами. Жидкие коллоиды - золи, твердые студенистые - гели. Гелеобразование - одно из важнейших свойств коллоидных систем. Гели образуются в результате действия молекулярных сил сцепления между коллоидными частицами. Образование гелей имеет значение для объяснения процессов твердения и свойств цементного камня и полимерных материалов. Ячеистая структура геля удерживает значительное количество жидкостей дисперсионной среды. Под действием механических усилий многие гели способны переходить в золи, т.е. разжижаться, это явление называется тикстропией и проявляется оно при вибрировании бетонных, растворных и других смесей.

Коллоиды способны к набуханию, при этом они увеличиваются в объеме. Животные клеи, белок, крахмал, мыло - коллоиды, которые при длительном соприкосновении с водой образуют коллоидные растворы (золи). В отличие от грубодисперсных систем коллоидные растворы стойки к седиментации, обладают свечением в проходящем свете и передвижением частиц к электродам при пропускании электрического тока.

**Истинный раствор** – молекулярно - дисперсная гомогенная (однородная) система переменного состава из двух и более компонентов. Раствор называется истинным потому, что вещества действительно и самопроизвольно растворяются в подходящем растворителе с образованием гомогенной системы. Истинные растворы устойчивы в течение длительного времени. С истинным раствором маляр имеет дело всякий раз, когда растворяет в воде кристаллы медного купороса, квасцов, каустическую соду, кислоту, спирт.

Важнейшее практическое значение имеют явления, происходящие на поверхности раздела фаз для всех дисперсных и особенно коллоидных систем. К таким явлениям относится адсорбция - поглощение и концентрирование вещества на поверхности раздела фаз. Адсорбирующиеся вещества называются поверхностно - активными (ПАВ), они понижают поверхностное натяжение, имеют большое значение в технологии строительных материалов. ПАВ способствуют получению устойчивых эмульсий и суспензий (адсорбционный слой обволакивает частицы дисперсной фазы и не дает им слипаться); за счет эффекта адсорбционного понижения прочности ускоряют измельчение порошков, пластифицируют растворные и бетонные смеси, гидрофобизируют поверхности и пр.

### **ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА**

**Строительные материалы** обладают комплексом физических свойств, числовые показатели которых определяют в лаборатории с помощью специальных приборов и стандартных методов.

К физическим относятся свойства, выражающие способность материалов реагировать на воздействия физических факторов – гравитации, теплоты, воды, звука, электрического тока, излучения и др.

**Строительные материалы** бывают твердые и жидкие. Каждый материал имеет объем и обладает определенной массой.

**Масса** – совокупность материальных частиц (молекул, атомов, ионов), содержащихся в данном теле или веществе. Масса тела занимает часть пространства, т.е. имеет определенный объем; она постоянна для данного вещества и не зависит от ускорения свободного падения, от скорости его движения и положения в пространстве. Различные тела одинакового объема имеют неодинаковую массу, т.е. обладают разной плотностью.

**Важнейшими параметрами физического состояния материалов являются плотность и пористость**, а для дисперсных, например порошкообразных материалов – удельная поверхность, т.е. поверхность, отнесенная к единице объема или массы материала.

Плотность характеризуется отношением массы материала к его объему, длине, площади.

### Плотность

Истинная плотность  $\rho$  - масса единицы объема однородного материала в абсолютно плотном состоянии, т.е. без учета пор и пустот. Определяется отношением массы  $m$  (кг) материала к его объему  $V_a$  ( $m^3$ ) в абсолютно плотном состоянии  $\rho = m / V_a$  ( $кг/м^3$ ). Истинная плотность каждого вещества - постоянная физическая характеристика, которая не может быть изменена без изменения его химического состава или молекулярной структуры. Плотность, близкой к теоретической, обладают металлы, жидкости, стекло, полимеры.

Плотность твердых и жидких материалов сравнивают с плотностью воды. Наибольшая плотность воды при температуре  $4^\circ C$  равна  $1 г/см^3$ , так как масса  $1 см^3$  воды равна  $1 г$ . В основном истинная плотность вещества зависит от его химического состава. Так, у неорганических материалов (природных и искусственных камней), состоящих в основном из оксида кремния, алюминия и кальция, истинная плотность находится в пределах  $2,4 \dots 3,1 г/см^3$ , у органических материалов, состоящих в основном из углерода, кислорода и водорода, составляет  $0,8 \dots 1,4 г/см^3$ , у древесины  $1,55 г/см^3$ . Истинная плотность металла весьма различна ( $г/см^3$ ): алюминия -  $2,7$ , стали -  $7,85$ , свинца -  $11,3$ .

Средняя плотность  $\rho_m$  - масса единицы объема материала в естественном состоянии, т.е. с порами и пустотами. Определяется отношением массы  $m$  (кг) материала к его объему  $V$  ( $m^3$ ) в естественном состоянии:  $\rho_m = m / V$  ( $кг/м^3$ ).

Средняя плотность (далее мы будем называть ее просто плотностью) - важная физическая характеристика материала, меняющаяся в зависимости от его структуры и влажности. Так, путем изменения структуры можно получить тяжелый бетон плотностью  $2400 кг/м^3$  и особо легкий - плотность менее  $500 кг/м^3$ . Средняя плотность оказывает существенное влияние на механическую прочность, водопоглощение, теплопроводность и другие свойства **материалов**. У плотных материалов числовые значения истинной и средней плотности одинаковы, у других материалов средняя плотность меньше истинной. Плотность

строительных материалов колеблется в очень широких пределах: 15 (пористая пластмасса) до 7850 кг/м<sup>3</sup> (сталь).

Для сыпучих материалов определяют насыпную плотность. Насыпная плотность  $p_n$  - масса единицы объема рыхло насыпных зернистых материалов (песка, цемента, гравия, щебня):  $p_n = m/V$ . Например, истинная плотность гранита - 2700 кг/м<sup>3</sup>, его средняя плотность - 2670 кг/м<sup>3</sup>, а насыпная плотность гранитного щебня - 1300 кг/м<sup>3</sup>.

### Пористость

**Пористость** – степень заполнения объема материала порами. В большинстве своем материалы содержат поры - малые ячейки, заполненные воздухом или водой. Пористость вычисляют по формуле (%):  $P = ((p - p_m) / p) * 100$  и выражают в долях объема материала, принимаемого за 1, или в процентах от объема. Пористость строительных материалов колеблется в широких пределах: от 0 (сталь, стекло) до 98% (мипора).

Отличают открытую и закрытую пористость. Изменяя соотношение объемов открытых и закрытых пор, их размеров, в технологии материалов достигают получение материалов с заданными свойствами. Например, при уменьшении пористости достигается повышение прочности материалов.

При получении теплоизоляционных материалов стремятся увеличить пористость и создать им мелкопористую структуру. Если в общем объеме увеличить долю закрытых пор, то это благоприятно скажется на морозостойкости **материалов**. Для улучшения звукопоглощающих свойств стремятся создать в материале систему разветвленных и сообщающихся пор. Следовательно, от пористости материалов зависит их средняя плотность, прочность, водонасыщаемость, теплопроводность, морозостойкость, звукопоглощаемость и другие свойства.

Сыпучие и рыхлые материалы (песок, молотый мел, пигменты, **цемент**, шлак) кроме пор имеют пустоты - воздушные полости между отдельными частями материала.

Пустотность отношение суммарного объема пустот в рыхлом материале ко всему объему, занимаемому этим объемом. Для численного выражения пустотности необходимо знать плотность и насыпную плотность материала. Пустотность вычисляют по той же формуле, что и пористость, и выражают в процентах.

Коэффициент плотности  $K_{пл}$  - степень заполнения объема материала твердым веществом; вычисляют его по формуле  $K_{пл} = \rho_m/\rho$ . В сумме  $K_{пл} + P = 1$  (или 100%), т.е. сухой материал состоит из твердого каркаса и воздушных пор.

При транспортировке, хранении и в конструкциях материалы могут, подвергается действию воды. Влажные материалы менее прочны, более тяжелы и теплопроводны, чем сухие. **Цемент**, гипсовые вяжущие, пигменты, клей, и другие материалы портятся от атмосферной влаги, а влажная древесина легко поддается гниению. Свойства, связанные с воздействием на материал воды, называют гидрофизическими.

### **Гигроскопичность**

**Гигроскопичность** - свойство пористо-капиллярного материала поглощать влагу из воздуха. Степень поглощения зависит от температуры и относительной влажности воздуха. С увеличением относительной влажности воздуха и снижением температуры воздуха гигроскопичность повышается. Гигроскопичность характеризуется отношением массы поглощенной материалом влаги при относительной влажности воздуха 100% и температуре +20°C к массе сухого материала.

Гигроскопичность отрицательно сказывается на качестве **строительных материалов**. Так, **цемент** при хранении под влиянием влаги воздуха комкуется и снижает свою прочность. Весьма гигроскопична древесина, от влаги воздуха она разбухает, коробится. Чтобы уменьшить гигроскопичность деревянных конструкций и предохранить их от разбухания, древесину покрывают масляными красками и лаками, пропитывают полимерами, которые препятствуют проникновению влаги в материал.

Капиллярное всасывание - свойство пористо-капиллярных **материалов** поднимать воду по капиллярам. Оно вызывается силами поверхностного натяжения, возникающими на границе раздела твердой и жидких фаз. Капиллярное всасывание характеризуют высотой поднятия уровня воды в капиллярных материалах и количеством поглощенной воды и интенсивность всасывания. Когда фундамент находится во влажном грунте, грунтовые воды могут подниматься по капиллярам и увлажнять низ стены здания. Во избежание сырости в помещении устраивают слой гидроизоляции, отделяющий фундамент от стены. С увеличением капиллярного всасывания снижается прочность, стойкость к химической коррозии и морозостойкость строительных материалов.

**Водопоглощение** – свойство материала при непосредственном соприкосновении с водой впитывать и удерживать ее в своих порах. Водопоглощение выражают степенью заполнения объема материала водой (водопоглощение по объему  $W_o$ ) или отношением количества поглощенной воды к массе сухого материала (водопоглощение по массе  $W_m$ ). Вычисляют водопоглощение по формуле (%):

$$W_m = \frac{(m_2 - m_1)}{m_1} * 100; W_o = \frac{(m_2 - m_1)}{V} * 100,$$

Где  $m_1$  и  $m_2$  - масса материала соответственно в сухом и насыщенном водой состоянии, г;  $V$ - объем материала в сухом состоянии, см<sup>3</sup>. Разделив  $W_o$  на  $W_m$ , получим зависимость:

$$W_o = W_m \rho_m.$$

Водопоглощение различных материалов находится в широких диапазонах (% по массе): гранита 0,02...1; плотность тяжелого бетона 2...5; керамического кирпича 8...25; асбестоцементных пресованных плоских листов - не более 18; теплоизоляционных материалов 100 и более.

У высокопористых материалов водопоглощение по массе может превышать пористость, но водопоглощение по объему всегда меньше пористости, так как вода не проникает в очень мелкие поры, а в очень крупных не удерживается. Водопоглощение плотных материалов равно нулю (стекло, сталь, битум). Водопоглощение отрицательно сказывается на других свойствах материалов:

понижается прочность и морозостойкость, материал набухает, возрастает его теплопроводность и увеличивается плотность.

**Влажность** – отношение массы воды, находящейся в данный момент в материале, к массе (реже к объему) материала в сухом состоянии. Вычисляется по тем же формулам, что и водопоглощение, и выражается в процентах. При этом массу материала берут в естественном влажном, а не в насыщенном водой состоянии.

При транспортировании, хранении и применении материалов имеют дело не с водопоглащением, а с их влажностью. Влажность меняется от 0% (для абсолютно сухих материалов) до значения полного водопоглощения и зависит от пористости, гигроскопичности и других свойств материала, а также от окружающей среды - относительной влажности и температуры воздуха, контакта материала с водой и т.д. Для многих строительных материалов влажность нормирована. Например, влажность молотого мела - 2 %, комового - 12%, стеновых материалов - 5...7, воздушно-сухой древесины 12...18 %.

Поскольку свойства сухих и влажных **материалов** весьма различны, необходимо учитывать как влажность материала, так и его способность к поглощению воды. Во всех случаях - при транспортировании, хранении и применении - строительных материалов предохраняют от увлажнения.

**Водостойкость** - свойство материала сохранять прочность при насыщении его водой. Критерием водостойкости строительных материалов служит коэффициент размягчения  $K_p = RB/RC$  - отношение прочности при сжатии материала, насыщенного водой  $RB$ , к прочности сухого материала  $RC$ . Он изменяется от 0 (для глины) до 1 (стекло, металлы). **Материалы, у которых коэффициент размягчения более 0,75, называют водостойкими.**

**Влагоотдача** – свойства материала терять находящуюся в его порах воду. Числовой характеристикой влагоотдачи является количество воды (в %), испарившейся из образца в течении 1 суток при температуре 20 С и относительной влажности воздуха 60 %. Влагоотдачу учитывают, например, при уходе за твердеющим бетоном, при сушке оштукатуренных известковым раство-

ром стене и перегородок. В первом случае желательна замедленная, а во втором - быстрая влагоотдача.

**Водопроницаемость** – свойство материала пропускать через себя воду под давлением. Степень водопроницаемости в основном зависит от строения пористости материала. Чем больше в материале открытых пор и пустот, тем больше его водопроницаемость. Водопроницаемость характеризуется коэффициентом фильтрации (м/ч) - количеством воды (в м<sup>3</sup>), проходящей через материал площадью 1 м<sup>2</sup>, толщиной 1 м за 1 ч при разности гидростатического давления на границах стенки 9,81 Па. Чем ниже коэффициент фильтрации, тем выше марка материала по водонепроницаемости. Водонепроницаемыми являются плотные материалы (гранит, металлы, стекло) и материалы с мелкими замкнутыми порами (пенопласты, экструдированный полистирол).

Для гидроизоляционных материалов важна оценка не водопроницаемости, а их водонепроницаемости, которая характеризуется или временем, по истечении которого появляется просачивание воды под определенным давлением через образец материала (мастика, гидроизол), или максимальным давлением воды, при котором она еще не проходит через образец материала за время испытания (специальные строительные растворы).

**Воздухо-, газо- и паропроницаемость** – свойства материала пропускать через свою толщу соответственно воздух, газ и пар. Они зависят главным образом от строения материалов, дефектов его структуры и влажности. Количественно воздухо- и газопроницаемость характеризуются коэффициентом воздухо- и газопроницаемости, которые равны количеству воздуха (газа) (м<sup>3</sup>), проходящего в течение 1 ч через 1 м<sup>2</sup> материала толщиной в 1 м при разности давлений на поверхность в 9,81 Па. Воздухо- и газопроницаемость выше, если в материале больше сообщающихся пор; наличие воды в порах понижает эти свойства материала.

Паропроницаемость возникает при различном содержании и упругости пара по обе стороны поверхности, что зависит от температуры водяных паров и характеризуется коэффициентом паропроницаемости, который равен количест-

ву водяного пара (в г), проникающего в течение 1 ч через 1 м<sup>2</sup> материала толщиной 1 м при разности давлений пара на поверхностях 133,3 Па.

**Стеновые и отделочные материалы должны обладать определенной проницаемостью, должны «дышать».** Достаточные воздухо - газо и паропрооницаемость стеновых материалов поддерживают оптимальный для человека воздушно-влажностный режим в помещениях и предотвращают разрушение стен при действии мороза и последующем оттаивании. Во влажных помещениях стены и покрытия защищают с внутренней стороны от проникновения водяного пара. Паронепроницаемые материалы располагают с той стороны ограждения, с которой содержание пара в воздухе больше. **Материалы**, насыщенные водой, практически газонепроницаемы.

Лакокрасочные покрытия либо уменьшают, либо сохраняют паропрооницаемость строительных материалов. Чем меньше паропрооницаемость лакокрасочной пленки, тем выше ее антикоррозионные свойства.

**Морозостойкость** – свойство материалов в насыщенном водой состоянии выдерживать многократное число циклов попеременного замораживания и оттаивания без видимых признаков разрушения и без значительного снижения прочности и массы.

**Морозостойкость – одно из основных свойств, характеризующих долговечность строительных материалов в конструкциях и сооружениях.** При смене времен года некоторые материалы, подвергаются периодическому замораживанию и оттаиванию в обычных атмосферных условиях, разрушаются. Это объясняется тем, что вода, находящиеся в порах материала, при замерзании увеличивается в объеме примерно на 9...10 %; только очень прочные материалы способны выдерживать это давление льда (200 МПа) на стенки пор.

Высокой морозостойкостью обладают плотные материалы, которые имеют малую пористость и закрытые поры. Материалы пористые с открытыми порами и соответственно с большим водопоглощением часто оказываются не морозостойкими. Материалы, у которых после установленных для них стандартных испытаний, состоящих из попеременного многократного замораживания

(при температуре не выше  $-17^{\circ}\text{C}$ ) и оттаивания (в воде), не появляются трещины, расслаивание, выкрашивание и которые теряют не более 25% прочности и 5% массы, считаются морозостойкими.

По морозостойкости, т.е. по числу выдерживаемых циклов замораживания и оттаивания, материалы подразделяются на марки: МРЗ 10; 15; 25; 35; 50; 100; 150; 200; 300; 400 и 500. Так, марка по морозостойкости штукатурного раствора МРЗ 50 означает, что раствор выдерживает не менее 50 циклов попеременного замораживания и оттаивания без потерь прочности и массы.

Важно понять, что для пористых материалов особенно опасно совместное действие воды и знакопеременных температур. Морозостойкость зависит от состава и структуры материала, она снижается с уменьшением коэффициента размягчения и увеличением открытой прочности.

**Критерий морозостойкости материала – коэффициент морозостойкости:** отношение предела прочности при сжатии материала после испытания к пределу прочности при сжатии водонасыщенных образцов, не подвергнутых испытанию, в эквивалентном возрасте.

$$K_{\text{мрз}} = R_{\text{мрз}} / R_{\text{нас}}$$

Для морозостойких материалов  $K_{\text{мрз}}$  должен быть более 0,75. Принято также считать, что если коэффициент размягчения  $k_{\text{разм}}$  камня не ниже 0,95 то каменный материал морозостоек.

Свойства материалов, связаны с изменением температуры, относят к теплофизическим. Они важны для теплоизоляционных и жаростойких материалов, для материалов ограждающих конструкции и изделий, твердеющих при тепловой обработке.

**Теплоемкость** – свойства материала поглощать при нагревании и отдавать при охлаждении определенное количество теплоты. Теплоемкость - мера энергии, необходимой для повышения температуры материала.

Теплоемкость, отнесенную к единице массы, называют удельной теплоемкостью  $C$  (Дж/ (кг\*С)). Удельная теплоемкость равна количеству теплоты, необходимому для нагревания 1 кг материала на 1 С. У органических материа-

лов она обычно выше, чем у неорганических ( $\text{кДж}/(\text{кг}\cdot\text{C})$ ): древесина - 2,38...2,72; сталь - 0,46, вода - 4,187. Наибольшую теплоемкость имеет вода, поэтому и с повышением влажности материалов их теплоемкость возрастает.

**Теплопроводность** – свойство материала передавать через свою толщину тепловой поток, возникающий вследствие разности температур на противоположных поверхностях. Это свойство имеет важное значение для **строительных материалов**, применяемых при устройстве ограждающих конструкций (стен, перекрытий, покрытий) и материалов, предназначенных для теплоизоляции. Теплопроводность зависит от его строения, химического состава, пористости и характера пор, от влажности и температуры, при которой происходит передача теплоты.

Теплопроводность характеризуется коэффициентом теплопроводности, показывающим, какое количество теплоты (Дж) способен пропустить материал через  $1 \text{ м}^2$  поверхности при толщине материала  $1 \text{ м}$  и разности температур на противоположных поверхностях  $1 \text{ C}$  в течение  $1 \text{ ч}$ . Коэффициент теплопроводности ( $\text{Вт}/\text{м}\cdot\text{C}$ ): воздуха - 0,023, древесины вдоль волокон - 0,35 и поперек волокон - 0,175, воды - 0,59, керамического кирпича - 0,82, льда - 2,3. Следовательно, воздушные поры в материале резко снижают его теплопроводность, а увлажнение - сильно увеличивает, так как коэффициент теплопроводности воды в 25 раз выше, чем у воздуха.

При замерзании воды в порах материала еще больше увеличивается теплопроводность, так как лед примерно в 4 раза теплопроводнее воды и в сто раз теплопроводнее воздуха. Чем меньше пор, т.е. чем плотнее материал, тем он теплопроводнее. При повышении температуры теплопроводность большинства материалов возрастает и лишь у немногих (особенно у металлов) уменьшается.

**Тепловое расширение** – свойство материалов расширяться при нагревании и сжиматься при охлаждении, оно характеризуется линейным изменением размеров, и объема материалов важен температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР), показывающий, на какую долю первоначальной длины расширяется материал при повышении температуры на  $1^\circ\text{C}$ . Так, для стали

ТКЛР составляет  $(11...11,9) \cdot 10^{-6}$ , для бетона -  $(10...14) \cdot 10^{-6}$ , для древесины вдоль волокон -  $(3..5) \cdot 10^{-6}$ . В конструкциях, объединяющих несколько материалов, необходимо учитывать ТКЛР каждого; например, в железобетоне хорошо сочетаются сталь и бетон, так как ТКЛР этих материалов почти одинаков. В результате значительного различия ТКЛР в композиционных материалах возникают напряжения, которые могут привести не только к появлению микротрещин и короблению, но и к разрушению материалов.

**Огнестойкость** – свойство материалов выдерживать без разрушения воздействие высоких температур, пламени и воды в условиях пожара. Материалы в этих условиях либо сгорают, либо растрескиваются, сильно деформируются, либо разрушаются от потери прочности. По огнестойкости различают негоряемые, трудногоряемые и горяемые.

Негоряемые материалы под действием огня или высокой температуры не горят и не обугливаются. Это кирпич, бетон и др. Между тем, некоторые негоряемые материалы - мрамор, стекло, асбестоцемент - при резком нагревании разрушаются, а стальные конструкции - сильно деформируются и теряют прочность.

Горяемые материалы под действием огня или высокой температуры горят и продолжают гореть после удаления источника огня. Это древесина, обои, битумы, полимеры, бумага и др.

Для повышения огнестойкости материалы пропитывают или обрабатывают огнезащитными составами - антипиренами. При нагревании они выделяют газы, не поддерживающие горения, или образуют на материале пористой защитой слой, замедляющий его нагрев.

Огнестойкие материалы нельзя отождествлять с огнестойкостью конструкции здания и сооружения, так как конструкции, выполненные, например, из горяемых материалов, но обработанные антипиренами или защищенные от огня штукатуркой или облицовкой из негоряемых материалов, по своей огнестойкости относятся к трудногоряемым.

Для повышения огнестойкости материалов применяют различные огнезащитные покрытия, в том числе краски. Связующими в таких красках служат жидкое стекло, известь, перхлорвиниловые и карбамидные смолы, фосфорброморганические полимеры. Силикатные и другие огнезащитные краски одновременно защищают материалы от огня и выполняют функции отделочного покрытия.

**Огнеупорность** – свойство материала выдерживать длительное воздействие высокой температуры (от 1580°C и выше), не деформируясь и размягчаясь. Огнеупорные материалы, применяемые для внутренней футеровки промышленных печей, - диоксид кремния, шамот, ромомагнезит, корунд - не деформируются и не размягчаются при температуре 1580 С и выше. Тугоплавкие материалы (тугоплавкий печной кирпич) выдерживают без расплавления температуру 1350...1580 С, а легкоплавкие (кирпич керамический строительный) - до 1350 С.

**Акустические свойства материалов** связаны с взаимодействием материалов и звука; прежде всего, это - звукопроводность и звукопоглощение.

**Звукопроводность** – свойство материала проводить через свою толщину звук; она зависит от строения и массы материала. Тяжелые материалы (кирпич), а также пористые и волокнистые плохо проводят звук. Звукопроницаемость - отрицательное свойство, так как в большинстве случаев к строительным материалам предъявляются требования изоляции помещений от внешних шумов. Звукоизоляция - ослабление звука при его проникновении через ограждающие конструкции - это свойство материала, обратной звукопроницаемости.

**Звукопоглощение** – свойство материала поглощать и отражать падающий на него звук. Оно зависит от пористости материала его толщины, состояния поверхности, а также от частоты звукового тона, измеряемого количеством колебаний в секунду. За единицу звукопоглощения принимают поглощение звука 1 м<sup>2</sup> открытого окна; при открытом окне звук поглощается полностью. Звукопоглощение всех строительных материалов меньше единицы. Звукопоглощение материала оценивается коэффициентом звукопоглощения, т.е. отношение энер-

гии, поглощенной материалом, к общему количеству попадающей энергии в единицу времени.

Звукопоглощение зависит от характера поверхности материала. Материалы с гладкой поверхностью хорошо отражают падающий на них звук, поэтому в помещениях с гладкими стенами создается постоянный шум. Материалы с развитой открытой пористостью хорошо поглощают и не отражают падающий на них звук. Специальная акустическая штукатурка с мелкими открытыми порами хорошо поглощает звук и заглушает его. Известно, что ковры, дорожки, мягкая мебель заглушают звук. В принципе те строительные материалы, которые плохо пропускают через себя звук, хорошо его поглощают и не отражают, являются акустическими материалами. Уменьшение шума в результате использования таких материалов сохраняет здоровье людей, создает для них определенные удобства и способствует производительности труда.

**Электропроводность** – свойство материалов проводить электрический ток. Электропроводными являются металлы, материалы в влажном состоянии – бетон, **цементный** камень, строительный раствор, древесина.

**Радиационная стойкость** – свойство материала сохранять свою структуру и физико-механические характеристики после воздействия ионизирующих излучений. Радиация по своему уровню может быть столь высокой, что может вызвать глубокие изменения структуры материала. Например, минералы кристаллической структуры становятся аморфными, что сопровождается объемными изменениями и возникновением внутренних напряжений. Все это заканчивается разрушением материала и потерей его защитных свойств. Для защиты от радиоактивных излучений применяют особо тяжелые ( $\rho_m = 3000 \dots 5000 \text{ кг/м}^3$ ) и гидратные бетоны, имеющие повышенное содержание химически связанной воды, создающей хорошую защиту от нейтронного потока.

### **Контрольные вопросы для самоподготовки студентов**

1. Какие физические и механические свойства строительных материалов имеют наибольшее значение для материаловедения?

2. Какие физико-химические свойства строительных материалов имеют наибольшее значение для материаловедения?

## ЛЕКЦИЯ 9.

### **Понятие задачи в материаловедении, примеры и параметры задачи.**

#### **Этапы решения материаловедческой задачи.**

#### **Вероятностный подход в решении задач.**

#### **План лекции**

1. Задачи строительного материаловедения.
2. Этапы решения материаловедческой задачи.
3. Вероятностный подход в решении задач.

Путь от вещества к материалу крайне непрост. Чаще всего в попытке «сконструировать» новый материал варьируется состав, отталкиваясь от уже известных химических композиций. Стоит отметить, что существование материала, начиная с его получения и кончая разрушением в результате эксплуатации, тесно связано с химией. Химическую природу имеют образование материалообразующих фаз в равновесных и неравновесных условиях, получение дисперсных порошков с необходимой степенью однородности, спекание и термическая обработка, старение и коррозия, а также регенерация материала, отжившего свой век или изначально не удовлетворяющего техническим требованиям.

Число неорганических материалов столь многообразно сейчас и станет ещё более многообразным в ближайшем будущем, что успеха, нельзя достичь, не опираясь на закономерности, вытекающие из общности физико-химической природы разнородных процессов и материалов. Таким образом, сегодня исследования в области материаловедения должны быть направлены на раскрытие физико-химических явлений проявляющихся в переходе к наноматериалам и систематизации многочисленных экспериментальных фактов. Это важнейший этап при переходе от научных исследований материала к его получению в промышленных масштабах.

Для решения двух важнейших взаимосвязанных проблем: **создание материалов с заданными свойствами и функциями и разработка рациональной технологии, позволяющей получать указанные материалы воспроизводимым образом в значимых количествах** – необходим системный подход. В первом случае целесообразно опираться на систему фундаментальных физико-химических принципов, а во втором – на систему факторов, определяющих минимум энергетических, трудовых, материальных, а также связанных с осуществлением природоохранных мероприятий затрат.

Решение любой задачи включает цепь последовательных этапов:

1. Осознание задачи как таковой (есть проблема).
2. Формулировка задачи.
3. Моделирование.
4. Управление, проектирование, конструирование.
5. Оптимизация.
6. Решение.

В системе фундаментальных физико-химических подходов к созданию материалов, были сформулированы основные важнейшие принципы. Применительно к строительному материаловедению можно выделить следующие принципы:

- ✓ химического, термодинамического и структурного подобия – свойства соединений элементов, расположенных в порядке возрастания атомного номера, изменяются периодически;
- ✓ физико-химического анализа – принципы непрерывности, соответствия и совместимости компонентов равновесной системы;
- ✓ ограничения числа независимых параметров состояния в равновесной системе – из множества параметров состояния, характеризующих равновесную систему с участием материалобразующих твердых фаз, лишь немногие независимы в соответствии с правилом фаз Гиббса;

- ✓ структурного разупорядочения и непостоянства состава – при любой температуре, отличной от абсолютного нуля, в кристаллической решетке твердых тел образуются разнообразные дефекты, а любые твердофазные соединения с немолекулярным типом связи имеют переменный состав;
- ✓ химического, структурного и фазового усложнения системы – при химическом, структурном и фазовом усложнении системы её свойства изменяются;
- ✓ химической, гранулометрической и фазовой однородности – свойства твердофазных материалов чувствительны к степени их однородности как на макро-, так и на микро- и наноуровнях;
- ✓ эквивалентности источников беспорядка в условиях минимизации свободной энергии системы – материал в равновесных условиях в зависимости от конкретной ситуации приобретает тот вид дефектов, который при наименьших энергетических затратах обеспечивает максимальное увеличение энтропии;
- ✓ неравноценности объемных и поверхностных свойств;
- ✓ метастабильного многообразия физико-химических систем – число неравновесных состояний материала неопределенно велико и в твердых фазах эти состояния могут быть кинетически устойчивы.

Совокупность этих принципов определяет возможные пути решения любой материаловедческой задачи. Изначально все принципы составляют своеобразный набор альтернатив, но при реализации конкретной задачи исследователи выделяют один или несколько принципов, которые представляются как наиболее существенные, и совершаются действия, связанные с их практическим применением. Каждый следующий шаг предпринимается в результате возвращения к системе принципов в целом, выделения и реализации следующих альтернатив. Особый интерес представляет использование этих принципов при конструировании наноматериалов.

### **Инженерный кругозор, инерция мышления, ложные ограничения.**

Рассмотрим примеры практического применения фундаментальных физико-химических принципов для получения конкретных материалов. Для нача-

ла обратимся к зарубежному опыту. По оценкам немецких экспертов, начало масштабного промышленного внедрения научных нанотехнологических разработок в Германии и мире следует ожидать не ранее 2009 – 2010 гг.

В настоящее время, большое внимание в Германии и странах ЕЭС уделяется такому направлению развития нанотехнологий, как создание новых керамических материалов и нанокерамики. По мнению экспертов это обусловлено уникальными свойствами и эксплуатационными характеристиками нанокерамики и нанокompозитов, которые необходимы как для совершенствования существующих, так и для создания принципиально новых технологий и конструкций. Керамические материалы в 1,5 – 2 раза легче металлов, имеют высокую прочность, жаро- и износостойкость, коррозионную и эрозионную устойчивость, химически инертны и пригодны для использования в условиях, лежащих за пределами возможностей применения металлов (сочетание высоких температур и больших нагрузок).

*Ведущие фирмы США, Японии и Германии уже в течение 20 лет проводят интенсивные НИР по использованию перспективных керамических материалов в автомобильной, авиационной, химической, электронной, металлургической промышленности, медицине и строительстве.*

В настоящее время в западных странах начато промышленное производство конструкционных керамических материалов. Основными направлениями разработок новых керамических материалов и нанокерамики в Германии (а также в США и Японии - мировых лидерах в данной области) являются: химический синтез высокочистого сырья, в том числе ультра- и нанодисперсных порошков оксидов, карбидов, нитридов и армирующих элементов (волокон, нитевидных кристаллов); эффективные технологии формования, спекания, соединения и механической обработки изделий.

При этом технологии их создания включают разработку:

- высококачественных ультра- и нанодисперсных порошков для производства оксидной и бескислородной керамики со стабильным химическим, фазовым и гранулометрическим составом;

- новых видов армирующих элементов (нитевидных кристаллов, волокон, микросфер, дисперсных частиц);
- высокопрочных термостойких композиционных материалов, в том числе нанокерамических, на основе тугоплавких соединений нитридов, карбидов, оксидов и высокопроизводительных экологически чистых технологий их получения;
- научных основ проектирования специализированного технологического оборудования с автоматизированной системой управления и контроля качества керамических материалов, изделий и его производства.

С целью координации деятельности научно-исследовательских организаций и промышленных предприятий в области разработки и производства нанокерамических изделий в Германии в 2000 г. была создана информационная сеть NanoMat. На федеральном уровне она объединила три исследовательских центра (в г. Карлсруэ, Юлих и Геештадт), 10 университетов (в г. Дармштадт, Гамбург, Бремен, Карлсруэ и др.), три научно-исследовательских института Общества им. Фраунхофера и четыре крупных химических предприятия ("Degussa AG", "Merck KGAA", "Robert Bosch GmbH", "SusTech GmbH & Co"). Она предназначена для скорейшей реализации на практике научных разработок и призвана исключить дублирование при проведении исследовательских работ по проектам синтеза и изучения металлических и керамических наноматериалов.

Институт Общества им. Фраунхофера - "ISC" (г. Вюрцбург) специализируется, в частности, на исследованиях в области применения супрамолекулярных систем для получения пористой керамики повышенной прочности ( $Al_2O_3$  – силикат – полимер). Технология предусматривает инфильтрацию в поверхностный слой керамических изделий тонкослойных волоконных покрытий, в результате чего эти изделия приобретают более высокие характеристики долговечности и устойчивости к окислению. Технология производства такой керамики, получившей название СМС-компоненты, предусматривает (для избегания повреждений волокон) достижение максимальной температуры обработки  $1300^\circ C$ . По оценкам специалистов, новая керамика может быть использована

при создании газовых турбин и авиационных двигателей. В настоящее время СМС-компоненты на основе  $Al_2O_3$  производятся на заводах немецкой компании "Dornier GmbH" под маркой "Nextel 610".

Безусловно, есть примеры применения нанокерамических материалов для строительных целей. В университете г. Кайзерслаутерн ведется работа по созданию современных облицовочных материалов с использованием нанотехнологий. Результаты исследований уже стали основой для разработки новых технологий производства нанокерамики рядом немецких фирм. Так, компания "Nanogate Technologies GmbH", специализирующаяся на выпуске изделий из нанокерамики, в 2001 г. победила в тендере, объявленном концерном "Duravit AG", на разработку самоочищающегося покрытия для керамической плитки "WonderGliss". В 2002 г. был представлен еще один продукт – покрытие для плитки "Sekcid", разработанное фирмой совместно с испанским концерном "Torrecid SA" - одним из мировых лидеров в сфере глазурей для керамической промышленности. Результатом исследований "Nanogate" стало создание покрытий для керамических материалов с принципиально новыми свойствами - стерилизация, дезодорирование помещений и ликвидация частиц грязи, что особенно актуально для медицинских учреждений, предприятий пищевой промышленности и общественного питания.

Концерн "Deutsche Steinzeug" разработал технологию производства керамической плитки для облицовки фасадов "KerAion Hydrotect", серийное производство которой началось в 2001 г. Технология предусматривает внесение в плитку с использованием нанотехнологий фотокатализатора на основе двуокиси титана. Под воздействием ультрафиолетовых лучей фотокатализатор выделяет активный кислород из воды или атмосферного кислорода, которого достаточно для окисления и устранения органических загрязнителей. Кроме того, под воздействием света угол контакта поверхности с водой начинает постепенно уменьшаться и через некоторое время поверхность начинает проявлять свойства супергидрофильности, т. е. вода полностью растекается тонкой пленкой по всей поверхности, не собираясь в капли. Пленка стекает с вертикальных

или наклонных плоскостей фасада вместе с частицами грязи, не давая ей накапливаться. При этом ликвидируются и возможные источники биоразрушения зданий – плесень, грибок, мох и лишайник. Наряду с этим технология нанесения покрытия "Hydrotect" в слой последнего обжига плитки позволяет получать износостойкую поверхность, таким образом, плитка может использоваться для облицовки пола в зонах с интенсивным движением. Следует отметить, что в ФРГ самоочищающиеся поверхности рассматриваются прежде всего в общем контексте борьбы за снижение затрат и рабочего времени на обслуживание. По данным немецких экспертов, именно вследствие неизбежного постепенного накопления частиц грязи расходы на очистку фасадов, облицованных обычной плиткой, за первые 8 лет ввода здания в эксплуатацию ежегодно возрастают в среднем примерно на 12,5 %. В последующие 8 лет ежегодный рост расходов достигает 18 % (с учетом затрат на ремонт). В случае применения плитки с самоочищающейся поверхностью "Hydrotect" эти расходы остаются на постоянном уровне.

Керамическая черепица Braas (Германия) отличается выдающимися техническими характеристиками. Она мало подвержена старению, огнестойка, устойчива к агрессивным средам, солнечной радиации, различным климатическим факторам, обладает высокой шумопоглощающей способностью. Низкая теплопроводность в сочетании с массивностью способствуют минимальному образованию конденсата на внутренней поверхности черепицы. Производитель, концерн Браас ДСК-1, предоставляет 20 летнюю гарантию на керамическую черепицу. Современные технологии покрытия керамической черепицы Braas различными видами глазури, модифицированные различными наноразмерными частицами, обеспечивают богатый выбор ее типов, отличающихся матовой или глянцевой поверхностью и цветом глазури. От цементно-песчаной черепицы её отличает толщина и форма края плиток, яркость цвета. Благодаря удачному сочетанию физических свойств керамической черепицы Braas и продуманной системе доборных элементов к ней, черепичная кровля Braas создаёт комфорт-

ные условия проживания в доме и поддерживает в сохранности его конструкции.

В России тоже начинаются проекты по развитию нанотехнологических производств по получению керамических материалов. В Ульяновской области начато строительство нового завода по производству технической нанокерамики на основе диатомита. **Диатомит** – естественный нанопористый кремнезем, сложенный из остатков диатомей, древних морских водорослей, стебли которых были покрыты микроскопическими чешуйками окиси кремния, пронизанными мельчайшими (до 1 нм) капиллярами, через них они впитывали питательные вещества. Общая пористость диатомита достигает 80%. Имеет высокие теплоизоляционные свойства. Технология производства основана на особенностях природной структуры диатомита, которая имеет наноразмерный масштаб и позволяет проявлять особые свойства при получении конечного продукта. Диатомит (его раньше называли инфузорной землей) начали добывать в Симбирской губернии еще в XVIII в. Сейчас в Ульяновской области на базе Инзенского месторождения ООО «Диатомовый комбинат» производит теплоизоляционный кирпич и пенодиатомитовую крошку. Проектная мощность предприятия - 60 млн штук крупноформатных керамических блоков для строительства в год. Инвестиции в завод составят 1 млрд рублей. По оценкам экспертов, новая продукция будет пользоваться спросом при условии ее низкой стоимости. Специалисты утверждают, что применение нанокерамических блоков из диатомита позволит возводить однослойные стены без дополнительной теплоизоляции для всех климатических зон России.

### **Контрольные вопросы для самоподготовки студентов**

1. В чем смысл взаимосвязи состав - структура – состояние – свойства?
2. Какие этапы проходит процесс решения материаловедческой задачи?
3. В чем заключается вероятностный подход в решении задач?

## Тестовые задания для самоподготовки

### Раздел «Классификации, состав, структура, состояние, свойства строительных материалов и их взаимосвязь».

Указания: все задания имеют 3 варианта ответов, из которых правильный только один. Номер выбранной вами ответа обведите кружочком в бланке для ответов.

1. Химический состав строительных материалов представляется:
  - а) процентным содержанием минералов;
  - б) процентным содержанием химических элементов;
  - в) процентным содержанием оксидов.
2. Общая пористость строительных материалов состоит из:
  - а) открытой и перекрытой пористости;
  - б) закрытой и замкнутой пористости;
  - в) открытой и закрытой пористости.
3. Макроструктура сосны, минеральной ваты:
  - а) конгломератная;
  - б) ячеистая;
  - в) волокнистая.
4. Насыпная плотность - это:
  - а) масса единицы объема материала в насыпном состоянии;
  - б) масса единицы объема материала в абсолютно плотном состоянии (без пор и пустот);
  - в) масса единицы объема материала в естественном состоянии (с порами и пустотами).
5. При увеличении пористости теплопроводность строительных материалов:
  - а) повышается;
  - б) снижается;
  - в) не изменяется.
6. Существуют следующие виды макроструктур:

- а) конгломератная, ячеистая, рыхлозернистая;
- б) гладкая, пористая, плотная;
- в) твердая, прочная, цветная.

7. Макроструктура бетона на пористых заполнителях:

- а) пористая;
- б) плотная;
- в) конгломератная.

8. Средняя плотность - это:

- а) масса единицы объема материала в абсолютно плотном состоянии (без пор и пустот);
- б) масса единицы объема материала в насыпном состоянии;
- в) масса единицы объема материала в естественном состоянии (с порами и пустотами).

9. Макроструктура фанеры:

- а) мелкопористая;
- б) слоистая;
- в) волокнистая.

10. Общая пористость строительных материалов СОСТОИТ из:

- а) открытой и перекрытой пористости;
- б) закрытой и замкнутой пористости;
- в) открытой и закрытой пористости.

11. Минеральный состав строительных материалов представляется:

- а) процентным содержанием минералов;
- б) процентным содержанием химических элементов;
- в) процентным содержанием оксидов.

12. Общая пористость строительных материалов существенно влияет на:

- а) цвет материала;
- б) размеры материала;
- в) теплопроводность материала.

13. Коэффициент размягчения характеризует:

- а) водостойкость материала;
- б) пластичность материала;
- в) упругость материала.

14. По макроструктуре строительных материалов можно судить:

- а) о физико-механических свойствах материала;
- б) о форме материала;
- в) о цвете материала.

15. Строительные материалы не применяются в строительных конструкциях, находящихся в воде, если их коэффициент ( $\zeta$ ) размягчения;

- а) меньше 0,8;
- б) больше 0,8;
- в) больше 0,9.

16. Масса единицы объема материала в рыхлом (сыпучем) состоянии - это:

- а) средняя плотность;
- б) истинная плотность;
- в) насыпная плотность.

17. К гидрофизическим свойствам строительных материалов относят:

- а) твердость, прочность;
- б) теплоемкость, огнеупорность;
- в) морозостойкость, гигроскопичность.

18. Свойство материала поглощать и удерживать воду при непосредственном соприкосновении с ней называется:

- а) водопоглощение;
- б) влажность;
- в) водостойкость.

19. Морозостойкость строительных материалов это:

- а) свойство насыщенного водой материала выдерживать длительное замораживание;
- б) свойство насыщенного водой материала выдерживать длительное замораживание и оттаивание;

в) свойство высушенного материала выдерживать длительное замораживание.

20. Влажность материала это:

- а) способность материала поглощать и удерживать воду;
- б) относительное содержание влаги в материале;
- в) способность материала поглощать водяной пар из воздуха.

21. Морозостойкость строительных материалов в значительной мере зависит:

- а) от формы и размеров материала;
- б) от цвета и текстуры материала;
- в) от характера и объема пор в материале.

22. Водопроницаемость это:

- а) свойство материала не пропускать воду;
- б) свойство материала пропускать воду под давлением;
- в) свойство материала пропускать воду при естественных условиях.

23. К теплофизическим свойствам строительных материалов относят:

- а) массу, объем;
- б) теплопроводность, огнестойкость;
- в) твердость, прочность.

24. Теплопроводность выше у строительных материалов:

- а) содержащих большое количество открытых пор;
- б) содержащих большое количество закрытых пор;
- в) не содержащих пор.

25. Количество теплоты проходящее через образец материала толщиной  $l$  м, площадью  $1 \text{ м}^2$  за 1 час при разности температур на противоположных поверхностях  $1 \text{ }^\circ\text{C}$  показывает:

- а) коэффициент теплопроводности;
- б) коэффициент теплоемкости;
- в) коэффициент огнестойкости.

26. По огнестойкости к трудностраемым материалам относятся:

- а) бетон, кирпич;
- б) асфальтобетон, фибролит;

в) древесина.

27. Свойство материала при нафужении изменять размеры и форму без образования трещин и разрывов и сохранять эту форму после снятия нагрузки называется:

а) упругостью;

б) пластичностью;

в) ползучесть.

28. Прочность материала при изгибе можно оценить с помощью:

а) дуктилометра; б)МИИ-100;

в) прибора Вика.

29. Способность материала сопротивляться разрушению при действии внешних нагрузок называется:

а) прочность;

б) твердость;

в) пластичность.

30. Сопротивление удару определяют:

а) на копре;

б) на разрывной машине;

в) на прессе.

31. Свойство материала разрушаться при механических воздействиях без значительной пластической деформации называется:

а) хрупкость;

б) упругость;

в) вязкостью разрушения.

32 . К механическим свойствам относят:

а) ИЗНОС, истираемость, твердость;

б) теплоемкость, огнеупорность;

в) водопоглощение. гигроскопичность.

33. Упругость это:

- а) свойство материала изменять форму и размеры под действием нагрузки не разрушаясь и после снятия нагрузки оставлять эту форму и размеры;
- б) свойство материала разрушаться при механических воздействиях без значительной пластической деформации;
- в) свойство материала деформироваться под действием нагрузки и самопроизвольно восстанавливать первоначальную форму и размеры после снятия нагрузки.

34. Твердость материала это:

- а) способность материала сопротивляться проникновению в него другого более твердого материала;
- б) способность материала сопротивляться воздействию сжимающих нагрузок;
- в) способность материала сопротивляться воздействию растягивающих нагрузок.

35. Предел прочности при осевом сжатии определяется по формуле: а)  $R = F/V$ ;

б)  $R = F/A$ ; в)  $R = F/m$ . (F- нагрузка; A, V, m - площадь, объем, масса на которую действует нагрузка)

36. К технологическим свойствам относятся:

- а) дробимость, формуемость, удобоукладываемость;
- б) теплопроводность, теплоемкость;
- в) плотность, пористость.

#### **Раздел «Строительные материалы и изделия на основе минеральных вяжущих веществ»**

1. Марка бетона по прочности бывает:

- а) M50, M100...M500;
- б) F50, F100...800;
- в) B5, ВЮ...B100, B200.

2. Подвижность растворной смеси определяется:

- а) с помощью встряхивающего столика;
- б) с помощью стандартного конуса;
- в) с помощью прибора Вика.

3. К крупным заполнителям для бетона относят
- а) песок крупный.;
  - б) бутовый камень;
  - в) щебень фракции 10 - 20 мм.
4. Увеличение водо-цементного отношения в бетонной смеси приводит:
- а) к увеличению жесткости смеси;
  - б) к потере прочности бетона;
  - в) к снижению подвижности смеси.
5. Тепловлажностная обработка в производстве бетонных и железобетонных изделий используется для:
- а) увлажнения изделий;
  - б) ускорения процессов твердения бетона;
  - в) замедления процессов твердения бетона.
6. Основными свойствами, характеризующими растворную смесь, являются:
- а) подвижность, водоудерживающая способность, расслаиваемость;
  - б) жесткость, плотность, сроки схватывания;
  - в) стандартная консистенция, расслаиваемость, плотность.
7. К крупным заполнителям для бетона относят
- а) бутовый камень;
  - б) щебень фракции 10-20 мм;
  - в) песок крупный.
8. Наибольший размер крупного заполнителя должен быть:
- а) в два раза меньше минимального размера бетонного изделия;
  - б) в три раза меньше минимального размера бетонного изделия;
  - в) равен минимальному размеру бетонного изделия.
9. Основными характеристиками удобоукладываемости бетонной смеси являются
- а) плотность и жесткость;
  - б) подвижность и жесткость;
  - в) пластичность и подвижность.

10. К специальным видам бетона относят:

- а) жаростойкий;
- б) ячеистый;
- в) тяжелый.

11. Для производства строительных растворов используются следующие сырьевые материалы:

- а) вяжущее, мелкий заполнитель, крупный заполнитель, добавки, затворитель;
- б) вяжущее, наполнитель, добавки, затворитель;
- в) вяжущее, мелкий заполнитель, добавки, затворитель.

12. К железобетонным изделиям относятся:

- а) изделия изготовленные из бетона и стальной арматуры;
- б) изделия изготовленные из бетона и полимеров;
- в) изделия изготовленные только из бетона.

13. К мелким заполнителям для бетона предъявляются требования

- а) по окатанности зерен и насыпной плотности;
- б) по насыпной плотности и модулю крупности;
- в) по происхождению и средней плотности.

14. В основе проектирования состава тяжелого бетона лежит метод:

- а) естественных объемов;
- б) абсолютных объемов;
- в) минимального расхода цемента.

15. Недостатком тяжелого бетона является

- а) низкая прочность на растяжение;
- б) жесткий скелет из щебня (гравия);
- в) высокая прочность на сжатие.

16. Прочность крупных заполнителей для тяжелого бетона должна быть:

- а) равна прочности тяжелого бетона;
- б) больше прочности бетона;
- в) меньше прочности бетона.

17. Увеличение водо-цементного отношения в бетонной смеси приводит:

- а) к потере прочности бетона;
- б) к увеличению жесткости смеси;
- в) к снижению подвижности смеси.

18. В качестве крупного заполнителя для легких бетонов на пористых заполнителях используют:

- а) керамзит;
- б) гранитный щебень;
- в) бой керамического кирпича.

19. Мелкий заполнитель отсутствует:

- а) в жаростойком бетоне;
- б) в крупнопористом бетоне;
- в) в тяжелом бетоне.

20. Метод ускоренного твердения бетона при давлении водяного пара 0,8... 1,2 Мпа и температуре 175...200 °С:

- а) контактный прогрев;
- б) пропаривание;
- в) автоклавная обработка.

21.1 Подвижность бетонной смеси оценивают методом:

- а) погружения стандартного конуса;
- б) осадки стандартного конуса;
- в) расплыва конуса на встряхивающем столике.

22. Расход цемента на 1 м<sup>3</sup> бетонной смеси составляет (кг):

- а) 250...500;
- б) 500...750;
- в) 750... 1000.

23. Автоклавная обработка применяется в производстве:

- а) силикатного кирпича и силикатного бетона;
- б) тяжелого бетона;
- в) мелкозернистого бетона.

24. При изготовлении изделий сборного бетона и железобетона для их твердения чаще всего применяют:

- а) естественное твердение;
- б) автоклавную обработку при температуре 175...200°C ;
- в) пропаривание в ямных пропарочных камерах при температуре 75...95 °С.

25. Строительные растворы чаще всего используют для:

- а) бетонирования полов;
- б) кладки и штукатурки;
- в) заливки фундаментов.

26. Жесткость бетонной смеси характеризуется:

- а) отсутствием пластичности;
- б) прочностью свежешелюженного бетона;
- в) временем вибрации, необходимым для ее переуплотнения из конической в цилиндрическую форму

27. Марка строительного раствора устанавливается по:

- а) прочности при сжатии образцов в установленном возрасте;
- б) прочности при сжатии и при изгибе образцов в установленном возрасте;
- в) средней плотности.

28. Добавки-пластификаторы вводятся в бетонные смеси с целью

- а) увеличения усадки бетонной смеси;
- б) снижения водоцементного отношения;
- в) увеличения пористости бетона.

29. Для создания нормальных условий твердения бетонной смеси необходимо

- а) покрывать поверхность бетона пленкообразующими материалами;
- б) быстрее снимать опалубку и просушивать бетон;
- в) нагревать поверхность бетона.

30. Арматура в железобетоне предназначена

- а) для повышения прочности бетона;
- б) для увеличения огнестойкости конструкции;
- в) для улучшения работы конструкции на растяжение.

31. Строительные растворы чаще всего используют для:

- а) бетонирования полов;
- б) кладки и штукатурки;
- в) заливки фундаментов.

32. Формование силикатного кирпича-сырца осуществляется из смеси:

- а) молотой извести, молотого песка, обычного песка, воды;
- б) молотой извести, обычного песка, воды;
- в) силикатов, обычного песка, воды.

34. При проектировании состава бетона должны задаваться:

- а) класс прочности бетона и продолжительность виброуплотнения бетонной смеси;
- б) класс прочности бетона и удобоукладываемость бетонной смеси;
- в) допустимая прочность бетона время ее достижения.

35. Величина усадки бетона при одной разновидности цемента и одном количестве цементного камня в бетоне зависит:

- а) от зернового состава заполнителей;
- б) от морозостойкости крупного заполнителя;
- в) от коэффициента теплового расширения бетона.

36. Водопотребность бетонной смеси при расходе цемента в пределах 250 - 400 кг зависит:

- а) от вида цемента;
- б) от исходной горной породы;
- в) от удобоукладываемость бетонной смеси и крупности щебня (гравия).

37. Газосиликат изготавливается из смеси:

- а) молотой негашеной извести, молотого песка, воды, обычного песка;
- б) молотой негашеной извести, молотого песка, воды, алюминиевой пудры;
- в) силикатов, воды, пены.

38. Модификаторы в виде хлористых солей и нитрит-нитрат кальция

- а) увеличивают подвижность бетонной смеси;
- б) снижают температуру замерзания воды;

в) отрицательно действуют на процессы гидролиза и гидратации цемента.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### *Основная*

- 1 Богатова, Татьяна Васильевна. История архитектуры и материаловедения. Древний мир [Текст] : учеб. пособие : рек. ВГАСУ / Богатова, Татьяна Васильевна ; Воронеж. гос. архит.-строит. ун-т. - Воронеж : [б. и.], 2008 (Воронеж : Отдел оперативной полиграфии ВГАСУ, 2008). - 179 с.
- 2 Химия в строительстве: учебник: рек. УМО/под ред. В.И. Сидорова.-2-е изд., испр. и доп.-Москва: АСВ, 2010
- 3 Вопросы прикладной химии в строительном материаловедении [Текст] : учеб. пособие : рек. ВГАСУ / О. Б. Рудаков [и др.] ; Воронеж. гос. архит.-строит. ун-т. - Воронеж : [б. и.], 2007 (Воронеж : Отдел оперативной полиграфии ВГАСУ, 2007). - 167 с.

### *Дополнительная*

- 1 Строительное материаловедение: учеб. пособие для вузов : рек. УМО/ под общ. ред. В.А. Невского. – 2-е изд., доп. и перераб.- Ростов н/Д: Феникс, 2009

## ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛОВ, РАЗРАБОТАННЫХ НА КАФЕДРЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ»

п/п	Наименование издания	Вид издания (учебник, учебное пособие, методические указания, компьютерная программа)	Автор (авторы)	Год издания	Место хранения и количество
1	Методы исследования неорганических веществ и материалов	метод. указания	Кукина О.Б., Баранов Е.В., Сергуткина О.Р.	2013	Библиотека – 100 экз., электронная копия на сайте Воронежского ГАСУ

высшего профессионального образования  
«Воронежский государственный архитектурно-строительный университет»

**СПИСОК ОБОРУДОВАНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМОГО ПРИ ИЗУЧЕНИИ  
ДИСЦИПЛИНЫ ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ**

Автор: Кукина О.Б.  
Кафедра «Химии»

**Учебно-лабораторное оборудование**

Не предусмотрено

высшего профессионального образования  
«Воронежский государственный архитектурно-строительный университет»

**ПЕРЕЧЕНЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ, ПРОГРАММНОГО  
ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ЭЛЕКТРОННЫХ ОБУЧАЮЩИХ  
МАТЕРИАЛОВ ОБУЧЕНИЯ**

**ДИСЦИПЛИНЫ ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ**

Автор: Кукина О.Б.  
Кафедра «Химии»

Ноутбук  
Медиапроектор

- отдел инновационных образовательных  
программ

## **ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЧЕТУ**

### **ПО ДИСЦИПЛИНЕ ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ**

Автор: Кукина О.Б.  
Кафедра «Химии»

1. Цели, задачи, проблематика, составные части и содержание курса «Введение в специальность»
2. Общая характеристика и требования к основной образовательной программе подготовки бакалавра по направлению – Химия, физика и механика материалов. Отличительные особенности направления.
3. Понятие «бакалавр», «магистр», «специалист». Двухуровневая система образования, виды деятельности бакалавра и магистра материаловедения (особенности и отличия).
4. Труд бакалавра и техника, труд бакалавра и ученого; сравнительный анализ. Составляющие элементы подготовки бакалавра. Цикл дисциплин, определяющих подготовку бакалавра материаловедения.
5. Сущность деятельности бакалавра материаловедения. Материаловедческая, технологическая части функций бакалавра материаловедения. Требования к квалификации бакалавра материаловедения.
6. Понятие задачи в материаловедении, примеры и параметры задачи. Вероятностный подход в решении задач.
7. Этапы решения материаловедческой задачи, инженерный кругозор, инерция мышления, ложные ограничения.
8. Что такое материал и материаловедение. Понятия «состав», «структура», «состояние», «свойства», «качество» материала.
9. Материалы природного происхождения. Природное сырье и способы его переработки.

10. Свойства материала как функция структуры и процессов, происходящих в системе при её структурообразовании. Физико-химическая эволюция твердого вещества.

11. Основные принципы создания современных функциональных материалов. Представление о современных высокотехнологичных материалах. Наноматериалы и нанотехнологии.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Воронежский государственный архитектурно-строительный университет»

## **ТЕМАТИКА ДОМАШНИХ ЗАДАНИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ**

Автор: Кукина О.Б.  
Кафедра «Химии»

1. Общая характеристика и требования к основной образовательной программе подготовки бакалавра по направлению 511700 - Химия, физика и механика материалов.
2. Что такое материал и материаловедение. Материалы природного происхождения. Природное сырье и способы его переработки.
3. Физико-химическая эволюция твердого вещества.
4. Основные принципы создания современных функциональных материалов. Традиционные и наноматериалы.
5. Изучение макроструктуры строительных материалов
6. Горные породы. Область их применения в строительстве.
7. Ознакомительная экскурсия на предприятие стройиндустрии г. Воронежа.
8. Разработка функциональной схемы

## КАРТА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ЛИТЕРАТУРОЙ ДИСЦИПЛИНЫ СОВРЕМЕННАЯ АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Автор (ы): Кукина О.Б.  
Кафедра «Химии»

№ п/п	Наименование дисциплины	Кол-во обучающихся, изучающих дисциплину	Полное библиографическое описание издания	Кол-во экземпляров
Основная литература				
1	Введение в специальность	10	Богатова, Татьяна Васильевна. История архитектуры и материаловедения. Древний мир [Текст] : учеб. пособие : рек. ВГАСУ / Богатова, Татьяна Васильевна ; Воронеж. гос. архит.-строит. ун-т. - Воронеж : [б. и.], 2008 (Воронеж : Отдел оперативной полиграфии ВГАСУ, 2008). - 179 с.	10
2	Введение в специальность	10	Химия в строительстве: учебник: рек. УМО/под ред. В.И. Сидорова.-2-е изд., испр. и доп.-Москва: АСВ, 2010	20
3	Введение в специальность	10	Вопросы прикладной химии в строительном материаловедении [Текст] : учеб. пособие : рек. ВГАСУ / О. Б. Рудаков [и др.] ; Воронеж. гос. архит.-строит. ун-т. - Воронеж : [б. и.], 2007 (Воронеж : Отдел оперативной полиграфии ВГАСУ, 2007). - 167 с.	50
Дополнительная				
4	Введение в специальность	10	Строительное материаловедение: учеб. пособие для вузов : рек. УМО/ под общ. ред. В.А. Невского. – 2-е изд., доп. и перраб.- Ростов н/Д: Феникс, 2009	200

## **ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ РЕФЕРАТОВ**

### **ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ**

Автор (ы): Кукина О.Б.  
Кафедра «Химии»

1. Требования, предъявляемые к уровню подготовки бакалавра
2. Требования, предъявляемые к итоговой государственной аттестации бакалавра
3. Требования, предъявляемые к государственному экзамену
4. Области профессиональной деятельности выпускников
5. Объекты профессиональной деятельности выпускников
6. Задачи профессиональной деятельности выпускников
7. Основные вяжущие вещества воздушного твердения, используемые в современном строительстве
8. Процессы, протекающие при твердении вяжущих воздушного твердения.
9. Химический и минеральный состав разновидностей портландцемента.
10. Физико-химические процессы, протекающие при твердении разновидностей портландцемента.
11. Физические и механические свойства строительных материалов, имеющих наибольшее значение для современного материаловедения.
12. Физико-химические свойства современных строительных материалов.
13. Состав - структура – состояние – свойства современных строительных материалов.
14. Этапы решения современной материаловедческой задачи.
15. Вероятностный подход в решении современных материаловедческих задач.

## ТОЛКОВЫЙ СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ (ГЛОССАРИЙ)

### ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ

Автор (ы): Кукина О.Б.  
Кафедра «Химии»

№ п/п	Понятие	Содержание
1	2	3
1	<b>Аморфизация</b>	процесс превращения кристаллического вещества в состояние, отличающееся хаотическим расположений ионов и изотропией свойств
2	<b>Анизотропия</b>	неодинаковость физических свойств среды в разных направлениях
3	<b>Вакансии</b>	дефекты кристалла, представляющие собой отсутствие атома или иона в узле кристаллической решётки; существенно влияют на физические свойства кристалла: понижают плотность, вызывают ионную проводимость и т.д.
4	<b>Витроиды</b>	твёрдые тела в аморфном состоянии, имеющие стекловидную структуру
5	<b>Водопроницаемость</b>	способность пористой структуры материала пропускать воду (жидкие среды) под давлением
6	<b>Водостойкость</b>	способность материала сопротивляться агрессивному воздействию на него воды

- 7 **Газопроницаемость** свойство пористых структур пропускать газ при перепаде давлений
- 8 **Гигроскопичность** способность материала поглощать водяные пары из воздуха и конденсировать их на внутренней поверхности пор
- 9 **Деформация** нарушение взаимного расположения множества частиц материальной среды, которое приводит к изменению формы и размеров тела и вызывает изменение сил взаимодействия между частицами, т.е. возникновение напряжений
- 10 **Дислокации** линейные дефекты кристаллов, возникающие в процессе роста или пластической деформации. Различают краевые и винтовые дислокации, нарушающие правильное чередование атомных плоскостей
- 11 **Диспергация** процесс разрыва химических связей, сопровождающийся поглощением энергии и распадом тела на мельчайшие разрозненные частицы. При высокой степени диспергации имеет место изменение агрегатного состояния в направлении: твёрдое тело, жидкость, газ, плазма
- 12 **Изоморфизм** способность различных, но родственных по химическому составу веществ кристаллизоваться в одинаковые структуры, с одним и тем же типом связей и при этом образовывать кристаллы переменного состава в результате взаимного замещения атомов или атомных групп, т.е. образовывать смешанные кристаллы, представляющие собой твёрдые растворы замещения

- 13 **Изотропия** независимость свойств среды (вещества, материала) от направления
- 14 **Кристаллизация** фазовый переход вещества из состояния переохлажденной (пересыщенной) маточной среды в кристаллическую фазу с меньшей свободной энергией
- 15 **Макроструктура** видимая невооруженным глазом (или при не-  
большом увеличении) внутренняя или поверхностная часть материала
- 16 **Морозостойкость** способность материала выдерживать многократное попеременное замораживание и оттаивание в насыщенном водой состоянии без видимых признаков разрушения и допустимого понижения прочности
- 17 **Пластичность** свойство твердых тел и материалов деформироваться (изменять свою форму и размеры) без нарушения сплошности структуры под действием внешних сил и сохранять часть деформации после прекращения действия этих сил
- 18 **Плотность** физическая величина, определяемая для однородного вещества его массой в единице объема
- 19 **Полиморфизм** исключительное явление, присущее только твердому агрегатному состоянию вещества, в частности, веществам кристаллической структуры. Суть этого явления заключается в том, что под влиянием тех или иных процессов некоторые вещества способны изменять свою кристаллическую форму при сохранении химической природы, т.е. химического состава и молекулярного строения

- основная характеристика макроструктуры материала, имеющая две составляющие: геометрическую и структурную. Геометрическая характеристика – это общий объем пор, т.е. собственно пористость, размер пор и их общая удельная поверхность, определяющие крупнопористое или мелкопористое строение. Структурная характеристика – это форма пор, которая зависит от вида твердой фазы, характера пор и условий структурообразования
- 20 Пористость**
- способность материалов сопротивляться разрушению, происходящему в результате действия внешних сил
- 21 Прочность**
- вязкотекучее тело, образующееся в результате перехода из твёрдого в жидкое состояние с поглощением теплоты (фазовый переход I рода). Главными характеристиками являются вязкость, текучесть и температура затвердевания (кристаллизации или стеклования)
- 22 Расплав**
- кристаллы, имеющие существенные нарушения или дефекты кристаллической решетки, которые образуются в результате изменения равновесных условий роста и захвата примесей при кристаллизации, а также под влиянием различного рода внешних воздействий
- 23 Реальные кристаллы**
- особенность вещества, материала или изделия, проявляющаяся при взаимодействии с окружающей средой или другим веществом (материалом)
- 24 Свойство**
- материал, состоящий из одной или нескольких
- 25 Ситалл**

- кристаллических фаз, равномерно распределенных в стекловидной фазе; образуется в результате направленного (каталитического) охлаждения силикатных расплавов
- качественная и количественная характеристика
- 26 **Состав** веществ, составляющих сырьевые материалы или готовые изделия
- аморфное тело, получаемое переохлаждением расплава независимо от его химического состава и температурной области затвердевания, и обладающее в результате постепенного увеличения вязкости механическими свойствами твёрдых тел при условии обратимости процесса перехода из жидкого состояния в стеклообразное
- 27 **Стекло**
- 28 **Структура** совокупность устойчивых связей, обеспечивающих соединению (материалу) единое целое
- свойство материала, характеризующее сопротивление упругой и пластической деформации при вдавливании в него стандартного тела в условиях неравномерного сжатия
- 29 **Твердость**
- это физическое свойство вещества и материала,
- 30 **Тепловое расширение** характеризующееся изменением размеров тела в процессе его нагревания
- 31 **Теплоемкость** мера энергии, требующаяся для повышения температуры материала
- 32 **Теплопроводность** физическое свойство материалов, связанное с переносом в них тепловой энергии за счет взаимодействия их мельчайших частиц (атомов, ионов, электронов, молекул)

- 33 **Термостойкость** способность материалов противостоять, не разрушаясь, колебаниям температуры при нагревании или охлаждении
- 34 **Упругость** свойство твердого тела изменять форму и размеры под действием нагрузок и самопроизвольно восстанавливать исходную конфигурацию при прекращении внешних воздействий
- 35 **Химические связи** результат взаимодействия атомов, ионов, молекул, обуславливающий их устойчивое состояние в виде различных веществ и материалов
- 36 **Хрупкость** свойство материала разрушаться при незначительной, преимущественно упругой, деформации под действием напряжений, средний уровень которых несколько ниже предела текучести
- 37 **Эластичность** способность материала или изделия испытывать значительные упругие (обратимые) деформации без разрушения при сравнительно небольших усилиях