



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

«СОГЛАСОВАНО»

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель ОП  
«Строительные материалы и изделия»

Заведующий кафедрой  
«Строительные конструкции и материалы»

\_\_\_\_\_  
Цуприк В.Г.

\_\_\_\_\_  
Цуприк В.Г.

« 3 » июля 2019 г.

« 3 » июля 2019 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Химия цемента и бетона**

Направление подготовки 08.06.01 Техника и технологии строительства  
профиль «Строительные материалы и изделия»

**Форма подготовки (очная)**

курс 2 семестр 4  
лекции 18 час. / 0,5 з.е.  
практические занятия 18 час. / 0,5 з.е.  
лабораторные работы не предусмотрены  
с использованием МАО лек. 6 / пр. 6 / лаб. - час.  
всего часов контактной работы 36 час.  
в том числе с использованием МАО 12 час., в электронной форме 6 час.  
самостоятельная работа 72 час.  
в том числе на подготовку к экзамену - не предусмотрен  
курсовая работа / курсовой проект не предусмотрена  
зачет 4 семестр

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 г. № 873

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Строительных конструкций и материалов ИШ, протокол № 6 от « 2 » июля 2019 г.

Заведующий кафедрой «Строительные конструкции и материалы» ИШ Цуприк В.Г.

Составитель: канд. техн. наук, зав. каф. Гуляев В.Т.

## АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Химия цемента и бетона» предназначена для аспирантов, обучающихся по направлению подготовки 08.06.01 Техника и технологии строительства, профиль «Строительные материалы и изделия». Трудоемкость дисциплины – 3 зачетных единиц (108 академических часов), включает в себя включает в себя 18 часа лекций, 18 часа практических занятий и 72 часа самостоятельной работы. Промежуточная аттестация проводится форме зачета четвертом семестре. Дисциплина «Химия цемента и бетона» входит в вариативную часть учебного плана Б1.В.ДВ.1.1 и является дисциплиной выбора.

Дисциплина обеспечивает высокий уровень овладения аспирантами современными знаниями о протекании химических процессов при технологии изготовления и применении цементов и бетонов, что позволяет им использовать достижения мировой науки в научно-исследовательской и преподавательской деятельности.

**Цель дисциплины** является овладение современными знаниями о протекании химических процессов при изготовлении и эксплуатации цементов и бетонов.

### **Задачи дисциплины:**

1. изучить химический состав сырьевых масс для производства портланд-цемента, алитовых, алюминатных, специальных и композиционных цементов;
2. изучить химические процессы и реакции при производстве цементов и бетонов;
3. освоить методы регулирования состава сырьевых масс и параметров производства для получения вяжущих с заданными свойствами;
4. изучить химические процессы при эксплуатации растворов и бетонов, уточнить методы обеспечения их долговечности.

Для успешного изучения дисциплины «Химия цемента и бетона» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- владение теоретическими основами управления составом и структурой для получения строительных материалов с заданными свойствами,
- современными методами исследования протекания химических процессов, влияющих на физико-механические и эксплуатационные свойства строительных материалов

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют этапы формирования следующих компетенций (элементы компетенций).

<b>Код и формулировка компетенции</b>	<b>Этапы формирования компетенции</b>	
ПК-1 Разработка теоретических основ получения, составов и принципов производства эффективных строительных материалов с использованием местного сырья и отходов промышленности	знает	химические свойства местных сырьевых ресурсов и техногенных отходов, используемых для производства эффективных строительных материалов
	умеет	осуществлять выбор сырья и проектирование состава новых строительных материалов, обладающих уникальными функциональными, физико-механическими, эксплуатационными и технологическими свойствами, оптимальной себестоимостью и экологической чистотой
	владеет	навыком разработки теоретических основ получения и составов эффективных строительных материалов с использованием местного сырья и отходов промышленности
ПК-2 Способность управлять физико-химическими процессами структурообразования и технологией получения новых строительных материалов	знает	современные представления о протекании физико-химических процессов при производстве клинкера, цемента и структурообразовании, при твердении бетона
	умеет	проводить исследования физико-химических процессов при производстве клинкеров, цементов и бетонов
	владеет	навыком управления физико-химическими процессами структурообразования цементов и бетонов
ПК-3 Готовность обеспечивать высокие эксплуатационные свойства новых строительных изделий и конструкций при	знает	современные представления о протекании химических процессов при производстве клинкера, цемента и структурообразовании, при твердении бетона
	умеет	проводить исследования протекания химических процес-

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
механическом нагружении и воздействии окружающей среды		сов при производстве клинкеров, цементов и бетонов
	владеет	современными методами исследования протекания химических процессов, влияющих на физико-механические и эксплуатационные свойства строительных материалов

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Химия цемента и бетона» применяются следующие методы активного / интерактивного обучения: презентации, кейс-технологии, проблемные лекции, метод анализа конкретных ситуаций, метод разыгрывания ролей, метод игрового производственного проектирования, мозговой штурм, интерактивное занятие с применением видеоматериалов, и др.

Широкое применение получают методы: круглые столы (дискуссии, дебаты), тематические конференции, деловые игры, имитирующие реальные условия исследования протекания химических процессов при изготовлении и эксплуатации изделий из цементов и бетонов.

# **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (18 час., в том числе 6 час. с использованием методов активного обучения)**

## **РАЗДЕЛ I. Химическая номенклатура цементов (4/2 час.).**

**Тема 1. Алит (1/1 час.).** Полиморфизм и кристаллическая структура. Твердые растворы трехкальциевого силиката. Составы алитов в клинкерах. Полиморфные модификации алитов в клинкерах. Порошковые рентгенограммы и плотности трехкальциевого силиката и алитов. Оптические, термические и другие данные.

**Тема 2. Белит (1/1 час.).** Полиморфизм и кристаллическая структура. Пластическая структура клинкерных белитов. Полиморфные разновидности белитов в клинкерах. Составы белитов в клинкерах. Параметры ячейки, порошковые рентгенограммы и другие данные.

**Тема 3. Алюминатная фаза (1 час.).** Кристаллическая решетка: кубическая, орторомбическая и моноклинная формы. Другие разновидности. Структурные разновидности алюминатной фазы в клинкерах. Составы алюминатной фазы клинкеров. Рентгеновские данные, плотности и оптические свойства.

**Тема 4. Ферритная фаза (1 час.).** Кристаллическая структура  $\text{Ca}_2(\text{Al}_x\text{Fe}_{1-x})_2\text{O}_5$ . Составы ферритных фаз в клинкерах. Кристаллографические данные и порошковые рентгенограммы ферритной фазы, содержащей инородные ионы. Оптические, магнитные и другие свойства.

## **РАЗДЕЛ II. Химия непортландских цементов и бетонов (4 час.).**

**Тема 1. Алюминатные цементы (1 час.).** Химический и минералогический состав. Реакционная способность фаз и методы изучения их гидратации. Реакции и продукты гидратации. Термодинамические расчеты. Сроки схватывания. Перемешивание и укладка. Развитие микроструктуры. Твердение. Влияние перекристаллизации. Химические добавки. Смеси с кальцитом, шлаком, гипсом или портландцементом. Реакции алюминатных бетонов с внешними агентами. Жаростойкие огнеупоры.

**Тема 2. Расширяющиеся цементы (1 час.).** Общие понятия. Виды расширяющих цементов. Механизм расширения цементов типа К.

**Тема 3. Другие цементы (1 час.).** Сверхбыстротвердеющие цементы. Малоэнергоёмкие цементы. Алитовые цементы.

**Тема 4. Тампонажные и высокопрочные цементы (1 час.).** Общие понятия. Типы цементов и добавок. Влияние температуры и давления. Фазовый состав, микроструктура и причины высокой прочности.

### **РАЗДЕЛ III. Добавки и специальные цементы (6 час.).**

**Тема 1. Органические замедлители и ускорители (1 час.).** Замедлители. Механизмы замедления. Замедлители, применяемые на практике. Органические ускорители. Воздухововлекающие и интенсифицирующие помол добавки. Воздухововлекающие добавки. Добавки для помола.

**Тема 2. Неорганические ускорители и замедлители (1 час.).** Ускорители схватывания и твердения. Способ действия. Влияние  $\text{CaCl}_2$  на состав и структуру продуктов гидратации. Эффекты осадений. Неорганические замедлители и ускорители схватывания.

**Тема 3. Водопонижающие добавки и суперпластификаторы (1 час.).** Водопонижающие добавки. Суперпластификаторы. Способ действия водопонижающих добавок и суперпластификаторов. Дзета-потенциал, реология и природа фазы сорбента. Причины увеличенной диспергирующей способности суперпластификаторов.

**Тема 4. Влияние температуры при атмосферном давлении. Автоклавная обработка (1 час.).** Гидратация при 25-1000 С. Влияние на кинетику и конечную степень гидратации. Низкие температуры. Общие понятия. Химия автоклавных процессов. Механизмы реакций и равновесия. Характеристики С-S-H и тоберморита, образованного в гидротермальных условиях.

**Занятие 5. Композиционные цементы (2 час.).** Химия гидратации шлаковых цементов. Стехиометрия гидратации шлаковых цементов. Активация

шлаковых стекол. Сверхсульфатированные цементы. Скорость расходования клинкерных фаз и золы уноса и содержание гидроксида кальция. Микроструктура и состав продуктов гидратации. Природа пуццолановых реакций. Стехиометрия гидратации золоцементов. Природные пуццоланы. Микрокремнезем. Минеральные добавки. Поровая структура и ее взаимосвязь с физическими свойствами цементного камня

#### **РАЗДЕЛ IV. Химия бетонов (4/4 час.).**

**Тема 1. Цементное тесто в бетоне. Карбонизация (1/1 час.).** Портландцементные растворы и бетоны. Изображение в обратно рассеянных электронах контактной зоны. Природа связи тесто - заполнитель. Композиционные цементы и другие вещества. Влияние на открытые поверхности. Карбонизация. Транспорт и реакции хлоридов. Коррозия.

**Тема 2. Щелочно-силикатные реакции (1/1 час.).** Общие понятия. Химия щелочно-силикатных реакций. Процесс расширения. Щелоче-силикатные реакции в бетонах, приготовленных из композиционных цементов.

**Тема 3. Сульфатная коррозия (1/1 час.).** Общие понятия. Сульфат кальция. Сульфат магния. Влияние свойств бетона и типа цемента. Композиционные цементы и сульфатостойкость. Реакции с участием сульфатов и карбонатов.

**Тема 4. Другие виды воздействия (1/1 час.).** Физические воздействия. Выщелачивание. Смешанные формы химической агрессии. Воздействие морской воды. Биологическое воздействие. Различные реакции взаимодействия между цементным тестом и заполнителем. Огневое повреждение.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (18 час., в том числе 6 час. с использованием методов активного обучения)**

### **Практические занятия (18/6 час.)**

#### **Занятие 1. Реакции производства цемента (2 час.).**

1. Процессы и материалы производства портландцемента.
2. Высокотемпературная химия основных клинкерообразующих оксидов.
3. Высокотемпературная химия второстепенных клинкерообразующих оксидов.
4. Высокотемпературные реакции производства цемента

#### **Занятие 2. Реакции при охлаждении, помоле и хранении. Влияние второстепенных компонентов (2 час.).**

1. Определение затвердевания клинкерной жидкости на основе данных из чистых систем.
2. Портландцементный клинкер содержит стекло или  $C_{12}A_7$ . Данные рентгеновского микроанализа.
3. Определение влияния скорости охлаждения на алюминатную и ферритную фазы. Другие возможности влияния скорости охлаждения.
4. Кристаллизация сульфатных фаз. Изменение при помоле и хранении.
5. Определение влияния s-элементов. Влияние p- и d-элементов.

#### **Занятие 3. Методы определения свойств клинкера и цемента (2/2 час.).**

1. *Макроскопические свойства и свойства поверхности:* Неразмолотый клинкер. Распределение частиц по размерам в размолотом клинкере и в цементе. Определение удельной поверхности. Распределение частиц по размерам, фазовый состав и свойства цемента. Химический анализ.
2. *Световая микроскопия:* Основные положения. Определение влияния валового состава, приготовления сырьевой смеси и отложения золы. Влияние условий обжига и скорости охлаждения. Применение световой микроскопии в исследованиях клинкера и цемента.



3. *Сканирующая электронная микроскопия, рентгеновский и другие методы*: Сканирующая электронная микроскопия. Рентгеновская дифракция. Химические и физические методы разделения фаз. Другие методы.

#### **Занятие 4. Свойства портландцементного клинкера и цемента (2 час.).**

1. Количественный фазовый состав. Основные положения.
2. Расчет количественного фазового состава по данным валового химического анализа.
3. Определение сульфатных фаз.
4. Определение главных фаз.
5. Ограничения и вариации способов расчета состава фаз.
6. Сравнение результатов, полученных различными методами.
7. Реакционная способность клинкерных фаз.
8. Влияние значительных вариаций состава.
9. Влияние ионных замещений, дефектов структуры и полиморфизма.

#### **Занятие 5. Гидратация кальцево-силикатных фаз (2 час.).**

1. *Обсуждение экспериментальных данных*: Определения и общие положения. Гидроксид кальция.
2. *Составы паст  $C_3S$  и  $C_2S$* : Содержание гидроксида кальция, термический анализ и косвенное определение отношения Ca/Si в C-S-H. Содержание воды в C-S-H. Рентгеновский микроанализ и аналитическая электронная микроскопия.
3. *Структурные данные для паст  $C_3S$  и в- $C_2S$* : Микроструктура. Структура силикатного аниона. Рентгенограммы, плотности и другие данные.
4. *Структурные модели геля C-S-H*: Общая характеристика. 1,4-нм тоберморит и женнит. C-S-H (I) и подобные материалы. Продукты, образованные в суспензиях  $C_3S$  и в- $C_2S$ . Структурные взаимосвязи. Смешанная модель тоберморито-женнитового типа для геля C-S-H.
5. *Равновесия*: Соотношения растворимости. Разновидности частиц в растворе. Термохимия и термодинамика. Влияние щелочных элементов.

6. *Кинетика и механизмы реакций*:  $C_3S$ : экспериментальные данные.  $C_3S$ : начальная стадия реакции.  $C_3S$ : индукционный период. Главная реакция ( $C_3S$  и  $v-C_2S$ ). Ранняя стадия гидратации  $v-C_2S$ .

## **Занятие 6 . Гидратированные алюминатные, ферритные, сульфатные фазы (2 час.).**

1. *Фазы AFm*: Принципы формирования физического состава и структуры. Фазы  $C_4AH_x$ ,  $C_4AC_{0,5}H_x$  и  $C_4ACH_x$ . Фазы  $C_4ASH_x$ . Другие фазы AFm, содержащие алюминий. AFm-фазы, содержащие железо. Порошковые рентгенограммы, термическое поведение, оптические свойства и ИК-спектры фаз.

2. *Фазы Aft*: Составы и кристаллические структуры. Свойства фазы Aft.

3. *Другие гидратированные фазы*:  $CAH_{10}$ . Брусит, гидротальцит и родственные фазы. Сульфатные фазы.

4. *Равновесия и методы получения образцов*: Системы  $CaSO_4 - H_2O$ ,  $CaSO_4 - Ca(OH)_2 - H_2O$  и  $CaSO_4 - K_2SO_4 - H_2O$ . Системы  $CaO - Al_2O_3 - H_2O$ ,  $CaO - Al_2O_3 - SiO_2 - H_2O$  и  $CaO - Al_2O_3 - SO_3 - H_2O$ . Методы получения образцов.

5. *Реакции гидратации алюминатных и ферритных фаз*. Реакция  $C_3A$  с водой или с водой и гидроксидом кальция. Реакция  $C_3A$  с водой в присутствии сульфата кальция. Реакция с водой ферритной фазы. Изменение энтальпии.

## **Занятие 7. Аналитика гидратации портландцемента (2 час.).**

1. *Общие сведения о процессах и продуктах гидратации*. Данные метода рентгеновской дифракции. Данные дифференциально термического анализа и ИК-спектроскопии. Данные оптической и электронной микроскопии.

2. *Аналитические данные для цементного камня*. Определение непрореагировавших клинкерных фаз. Неиспаряемая и связанная вода. Термогравиметрия и определение гидроксида кальция. Определение гидроалюминатов и гидросиликатов. Анализ индивидуальных фаз. Структура силикатных анионов.

3. *Интерпретация аналитических данных*. Природа каменного геля.  $Fe_2O_3$ ,  $SO_3$  и оксидные микрокомпоненты в цементном геле. Стехиометрия реакций гидратации цемента.

## **Занятие 8. Химия гидратации портландцемента (2/2 час.).**

1. *Развитие микроструктуры*: Ранний период гидратации. Средний период гидратации. Поздний период гидратации.

2. *Калориметрия, поровые растворы и энергетика*: Ранний и средний периоды. Поровые растворы после первого дня гидратации. Энергетика гидратации цемента.

3. *Влияние сульфата кальция и щелочей*: Схватывание. Оптимальное количество гипса. Влияние щелочных элементов.

4. *Кинетика и моделирование процесса гидратации*: Кинетика: экспериментальные данные. Интерпретация кинетических данных. Математическое моделирование процесса гидратации.

## **Занятие 9. Структура и свойства свежего и затвердевшего цементного теста (2/2 час.).**

1. *Свежее тесто*: Удобоукладываемость. Реология. Модели структуры свежего теста.

2. *Затвердевшее тесто - модели структуры*: Модель Пауэрса-Брауэярда. Минимальное отношение вода/цемента для полной гидратации; химическая усадка. Вычисление объемных характеристик. Последние модели структуры затвердевшего теста.

3. *Поровая структура*: Расчетная пористость. Экспериментальные методы: основные положения. Определение пористости пикнометрическим методом. Изотермы сорбции: удельная поверхность. Поровое распределение. Ртутная порозометрия. Другие методы.

4. *Прочность*: Эмпирические зависимости между прочностью на сжатие и пористостью. Взаимосвязь между прочностью и микроструктурой или распределением пор. Механизмы разрушения.

5. *Деформации*: Модуль упругости. Сухая усадка. Ползучесть.

6. *Проницаемость и диффузия*: Водопроницаемость. Ионная и газовая диффузия.

**Лабораторные работы - не предусмотрены**

### III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Химия цемента и бетона» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛИ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды, наименование и этапы формирования компетенций	Оценочные средства	
			текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Химическая номенклатура цементов	ПК-1, ПК-2, ПК-3	знает умеет владеет	Собеседование Вопросы на зачет 1-4
2	Химия непортландских цементов и бетонов	ПК-1, ПК-2, ПК-3	знает умеет владеет	Собеседование Вопросы на зачет 5-8
3	Добавки и специальные цементы	ПК-1, ПК-2, ПК-3	знает умеет владеет	Собеседование Вопросы на зачет 9-15
4	Химия бетонов	ПК-1, ПК-2, ПК-3	знает умеет владеет	Собеседование Вопросы на зачет 16-19

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО - МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Химия цемента и вяжущих веществ: учебное пособие / Е. И. Шмитько, А. В. Крылова, В. В. Шаталова. – С-Пб.: Проспект Науки, 2006. – 205 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:387605&theme=FEFU>
2. Андреева Н.А. Химия цемента и вяжущих веществ; СПбГАСУ. – СПб., 2011. – 67 с.  
<http://www.iprbookshop.ru/19053.html>
3. Химия и технология цемента: Учебное пособие / Усов Б.А. - 2-е изд. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 158 с.:  
<http://znanium.com/catalog/product/543665>
4. Структурообразование в системах при производстве строительных материалов: учеб. пособие / Л.Н. Попов, И.Б. Аликина, Б.А. Усов. - М. : ИНФРА-М, 2018. - 61 с.  
<http://znanium.com/catalog/product/915966>

### **Дополнительная литература**

1. Физическая химия. В 2-х кн: /под ред. К.С. Краснова. Строение вещества. Термодинамика. – М.: Высшая школа, 2001. – 512 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:334669&theme=FEFU>
2. Брянский, Б. Я. Коллоидная химия: учебное пособие / Б. Я. Брянский. - Саратов: Вузовское образование, 2017. - 104 с.  
<http://www.iprbookshop.ru/66632.html>
3. Тейлор, Хэл. Химия цемента / Пер. с англ. А.И. Бойковой, Т.В. Кузнецовой. – М.: Высшая школа, 1996. – 560 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:370653&theme=FEFU>
4. Физическая химия вяжущих материалов: учебник для вузов / Т. В. Кузнецова, И. В. Кудряшов, В. В. Тимашев. М.: Высшая школа, 1989. – 384 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:662725&theme=FEFU>

#### IV. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

№ П/П	Место расположения компьютерной техники, на которой установлено программное обеспечение, количество рабочих мест	Перечень программного обеспечения
1.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус А, ауд. А1017 Аудитория для самостоятельной работы аспирантов, рабочих мест -15.	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30. Родительская программа Campus 3 49231495. Торговый посредник: JSC "Softline Trade" Номер заказа торгового посредника: Tr000270647-18. ESET NOD32 Secure Enterprise Контракт №ЭА-091-18 от 24.04.2018. Сублицензионное соглашение Blackboard № 2906/1 от 29.06.2012.
2.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е, ауд. Е605 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30. Родительская программа Campus 3 49231495. Торговый посредник: JSC "Softline Trade" Номер заказа торгового посредника: Tr000270647-18. ESET NOD32 Secure Enterprise Контракт №ЭА-091-18 от 24.04.2018. Сублицензионное соглашение Blackboard № 2906/1 от 29.06.2012.
3.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е, ауд. Е604а. Аудитория для самостоятельной работы аспирантов, рабочих мест - 4.	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30. Родительская программа Campus 3 49231495. Торговый посредник: JSC "Softline Trade" Номер заказа торгового посредника: Tr000270647-18. ESET NOD32 Secure Enterprise Контракт №ЭА-091-18 от 24.04.2018. Сублицензионное соглашение Blackboard № 2906/1 от 29.06.2012.

## VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы с указанием адреса	Перечень основного оборудования
1	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус А, ауд. А1017 Аудитория для самостоятельной работы аспирантов.	Учебная мебель на 15 рабочих мест, Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 15 шт. Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox - 1 шт. Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C – 1 шт.).
2	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е, ауд. Е604а. Аудитория для самостоятельной работы аспирантов.	Оборудование: Учебная мебель на 4 рабочих места, Компьютер Lenovo C360G-i3-4130T 4GB DDR3-1600 SODIMM (1x4GB) 500 GB, клавиатура, компьютерная мышь - - 3 шт; Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C-1 шт.)
3	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е, ауд. Е605 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Учебная мебель на 16 рабочих мест, Место преподавателя (стол, стул), мультимедийный проектор OptimaEX542I – 1 шт; аудио усилитель QVC RMX 850 – 1 шт; колонки – 1 шт; ноутбук; ИБП – 1 шт; настенный экран; микрофон – 1 шт. Доска аудиторная.
4	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е, ауд. Е605а Помещение для хранения и профилактики учебного оборудования	Учебная мебель на 1 рабочее место

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Химия цемента и бетона»**

Направление подготовки 08.06.01 Техника и технологии строительства

Профиль «Строительные материалы и изделия»

Форма подготовки (очная)

**Владивосток**

**2019**



## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1-6 недели	Проработка материала раздела 1	24 часа	Конспект лекций
2	7-12 недели	Проработка материала раздела 2	24 часа	Конспект лекций
3	13-17 недели	Проработка материала раздела 3	24 часа	Конспект лекций

### Методические указания по организации самостоятельной работы

Освоение материала по тематике дисциплины предполагает выполнение самостоятельной работы аспирантами, которая призвана углубить и закрепить конкретные теоретические и практические знания, полученные на аудиторных занятиях.

В рамках самостоятельной подготовки к занятиям аспиранты самостоятельно изучают вопросы по пройденным темам, используя при этом учебную литературу из предлагаемого списка, периодические печатные издания, научную и методическую информацию, базы данных информационных сетей (Интернет и др.).



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

---

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**по дисциплине «Химия цемента и бетона»**  
Направление подготовки 08.06.01 Техника и технологии строительства  
профиль «Строительные материалы и изделия»  
Форма подготовки (очная)

**Владивосток**  
**2019**

**ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
по дисциплине «Химия цемента и бетона»**

**Формируемые компетенции**

**ПК-1 Разработка теоретических основ получения, составов и принципов производства эффективных строительных материалов с использованием местного сырья и отходов промышленности**

Планируемые результаты обучения* (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
<b>Знает:</b> химические свойства местных сырьевых ресурсов и техногенных отходов, используемых для производства эффективных строительных материалов	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания химические свойства местных сырьевых ресурсов и техногенных отходов, используемых для производства эффективных строительных материалов	Общие, но не структурированные знания химические свойства местных сырьевых ресурсов и техногенных отходов, используемых для производства эффективных строительных материалов	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, знания химические свойства местных сырьевых ресурсов и техногенных отходов, используемых для производства эффективных строительных материалов	Сформированные систематические знания химические свойства местных сырьевых ресурсов и техногенных отходов, используемых для производства эффективных строительных материалов
<b>Умеет:</b> осуществлять выбор сырья и проектирование состава новых строительных материалов, обладающих уникальными функциональными, физико-механическими, эксплуатационными и технологическими свойствами, оптимальной себестоимостью и экологической чистотой	Отсутствие умений	Частично освоенное умение осуществлять выбор сырья и проектирование состава новых строительных материалов, обладающих уникальными функциональными, физико-механическими, эксплуатационными и технологическими свойствами, оптимальной себестоимостью и экологической чистотой	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение осуществлять выбор сырья и проектирование состава новых строительных материалов, обладающих уникальными функциональными, физико-механическими, эксплуатационными и технологическими свойствами, оптимальной себестоимостью и экологической чистотой	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение осуществлять выбор сырья и проектирование состава новых строительных материалов, обладающих уникальными функциональными, физико-механическими, эксплуатационными и технологическими свойствами, оптимальной себестоимостью и экологической чистотой	Сформированное умение осуществлять выбор сырья и проектирование состава новых строительных материалов, обладающих уникальными функциональными, физико-механическими, эксплуатационными и технологическими свойствами, оптимальной себестоимостью и экологической чистотой
<b>Владет:</b> навыком разработки теоретических основ получения и составов эффективных строительных материалов с использованием местного сырья и отходов промышленности	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков методикой разработки теоретических основ получения и составов эффективных строительных материалов с использованием местного сырья и отходов промышленности	В целом успешное, но не систематическое применение навыков методикой разработки теоретических основ получения и составов эффективных строительных материалов с использованием местного сырья и отходов промышленности	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы, применение навыков методикой разработки теоретических основ получения и составов эффективных строительных материалов с использованием местного сырья и отходов промышленности	Успешное и систематическое применение навыков методикой разработки теоретических основ получения и составов эффективных строительных материалов с использованием местного сырья и отходов промышленности
<b>Шкала оценивания</b> (соотношение с традиционными формами аттестации)	неудовлетворительно	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично

**ПК-2 Способность управлять физико-химическими процессами структурообразования и технологией получения новых строительных материалов**

Планируемые результаты обучения* (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
<b>Знает:</b> современные представления о протекании физико-химических процессов при производстве клинкера, цемента и структурообразовании, при твердении бетона	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания современные представления о протекании физико-химических процессов при производстве клинкера, цемента и структурообразовании, при твердении бетона	Общие, но не структурированные знания современные представления о протекании физико-химических процессов при производстве клинкера, цемента и структурообразовании, при твердении бетона	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, знания современные представления о протекании физико-химических процессов при производстве клинкера, цемента и структурообразовании, при твердении бетона	Сформированные систематические знания современные представления о протекании физико-химических процессов при производстве клинкера, цемента и структурообразовании, при твердении бетона
<b>Умеет:</b> проводить исследования физико-химических процессов при производстве клинкеров, цементов и бетонов	Отсутствие умений	Частично освоенное умение проводить исследования физико-химических процессов при производстве клинкеров, цементов и бетонов	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение проводить исследования физико-химических процессов при производстве клинкеров, цементов и бетонов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение проводить исследования физико-химических процессов при производстве клинкеров, цементов и бетонов	Сформированное умение проводить исследования физико-химических процессов при производстве клинкеров, цементов и бетонов
<b>Владеет:</b> навыком управления физико-химическими процессами структурообразования цементов и бетонов	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков методикой управления физико-химическими процессами структурообразования цементов и бетонов	В целом успешное, но не систематическое применение навыков методикой управления физико-химическими процессами структурообразования цементов и бетонов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы, применение навыков методикой управления физико-химическими процессами структурообразования цементов и бетонов	Успешное и систематическое применение навыков методикой управления физико-химическими процессами структурообразования цементов и бетонов
<b>Шкала оценивания</b> (соотношение с традиционными формами аттестации)	неудовлетворительно	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично

**ПК-3 Готовность обеспечивать высокие эксплуатационные свойства новых строительных изделий и конструкций при механическом нагружении и воздействии окружающей среды**

Планируемые результаты обучения* (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
<b>Знает:</b> современные представления о протекании химических процессов при производстве клинкера, цемента и структурообразовании, при твердении бетона	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания современные представления о протекании химических процессов при производстве клинкера, цемента и структурообразовании, при твердении бетона	Общие, но не структурированные знания современные представления о протекании химических процессов при производстве клинкера, цемента и структурообразовании, при твердении бетона	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, знания современные представления о протекании химических процессов при производстве клинкера, цемента и структурообразовании, при твердении бетона	Сформированные систематические знания современные представления о протекании химических процессов при производстве клинкера, цемента и структурообразовании, при твердении бетона
<b>Умеет:</b> проводить исследования протекания химических процессов при производстве клинкеров, цементов и бетонов	Отсутствие умений	Частично освоенное умение проводить исследования протекания химических процессов при производстве клинкеров, цементов и бетонов	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение проводить исследования протекания химических процессов при производстве клинкеров, цементов и бетонов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение проводить исследования протекания химических процессов при производстве клинкеров, цементов и бетонов	Сформированное умение проводить исследования протекания химических процессов при производстве клинкеров, цементов и бетонов
<b>Владеет:</b> навыком исследования протекания химических процессов, влияющих на физико-механические и эксплуатационные свойства строительных материалов	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков современными методами исследования протекания химических процессов, влияющих на физико-механические и эксплуатационные свойства строительных материалов	В целом успешное, но не систематическое применение навыков современными методами исследования протекания химических процессов, влияющих на физико-механические и эксплуатационные свойства строительных материалов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы, применение навыков современными методами исследования протекания химических процессов, влияющих на физико-механические и эксплуатационные свойства строительных материалов	Успешное и систематическое применение навыков современными методами исследования протекания химических процессов, влияющих на физико-механические и эксплуатационные свойства строительных материалов
<b>Шкала оценивания</b> (соотношение с традиционными формами аттестации)	неудовлетворительно	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично

## Перечень оценочных средств

№ п/п	Контролируемые части дисциплины	Коды компетенций и планируемые результаты обучения		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Теоретическая часть	ОПК-1	Знает химические свойства местных сырьевых ресурсов и техногенных отходов, используемых для производства эффективных строительных материалов	собеседование, конспект	вопросы для подготовки к зачету
		ОПК-2	Знает современные представления о протекании физико-химических процессов при производстве клинкера, цемента и структурообразовании, при твердении бетона		
		ОПК-3	Знает современные представления о протекании химических процессов при производстве клинкера, цемента и структурообразовании, при твердении бетона		
2	Практическая часть	ОПК-1	Умеет осуществлять выбор сырья и проектирование состава новых строительных материалов, обладающих уникальными функциональными, физико-механическими, эксплуатационными и технологическими свойствами, оптимальной себестоимостью и экологической чистотой	собеседование	вопросы для подготовки к зачету
			Владеет навыком разработки теоретических основ получения и составов эффективных строительных материалов с использованием местного сырья и отходов промышленности	собеседование	
		ОПК-2	Умеет проводить исследования физико-химических процессов при производстве клинкеров, цементов и бетонов	собеседование	
			Владеет навыком управления физико-химическими процессами структурообразования цементов и бетонов	собеседование	
		ОПК-3	Умеет проводить исследования протекания химических процессов при производстве клинкеров, цементов и бетонов	собеседование	
			Владеет навыком исследования протекания химических процессов, влияющих на физико-механические и эксплуатационные свойства строительных материалов	собеседование	

# КОМПЛЕКСЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕЙ АТТЕСТАЦИИ

Теоретическая часть

## Темы докладов

по дисциплине Химия цемента и бетона

1. Алит: реакции, структура, свойства.
2. Белит: реакции, структура, свойства.
3. Цементное тесто в бетоне. Карбонизация.
4. Щелочно-силикатные реакции.
5. Сульфатная коррозия.
6. Другие виды воздействия.

Практическая часть

## Перечень дискуссионных тем для собеседования

по дисциплине Химия цемента и бетона

### Перечень дискуссионных тем:

1. Методы определения свойств клинкера и цемента.
2. Химия гидратации портландцемента.
3. Структура и свойства свежего и затвердевшего цементного теста.

## ЗАЧЕТНО-ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

### Типовые вопросы на зачет (4 семестр):

1. Алит: реакции, структура, свойства;
2. Белит: реакции, структура, свойства;
3. Алюминатная фаза;
4. Ферритная фаза;
5. Алюминатные цементы;
6. Расширяющиеся цементы;
7. Тампонажные цементы;

8. Высокопрочные цементы;
9. Органические замедлители и ускорители;
10. Неорганические ускорители и замедлители;
11. Водопонижающие добавки
12. Суперпластификаторы;
13. Влияние температуры при атмосферном давлении;
14. Автоклавная обработка;
15. Композиционные цементы;
16. Цементное тесто в бетоне;
17. Карбонизация;
18. Щелочно-силикатные реакции;
19. Сульфатная коррозия.