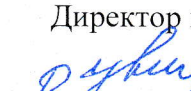


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института магистратуры  
  
Ярмоленко И.В.  
« 05 » 2021 г.



УТВЕРЖДАЮ  
Директор института  
  
Уваров В.А.  
« 28 » 05 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины (модуля)**

Долговечность строительных конструкций

направление подготовки (специальность):

08.04.01– Строительство

Направленность программы (профиль, специализация):  
Технология строительных материалов, изделий и конструкций

Квалификация (степень)  
магистр

Форма обучения  
очная

Институт: инженерно-строительный

Кафедра: строительного материаловедения, изделий и конструкций

Белгород – 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 08.04.01 Строительство (уровень – магистратура), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 31.05.2017 года № 482;

Учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель: д.т.н., проф.



Толыпина Н.М.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций

«13» 05 2021 г., протокол № 14

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.




Лесовик В.С.

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой строительного материаловедения, изделий и конструкций

«13» 05 2021 г.

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.

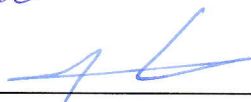


Лесовик В.С.

Рабочая программа одобрена методической комиссией инженерно-строительного института

«27» 05 2021 г., протокол № 10

Председатель: к.т.н., доц.



Феоктистов А.Ю.

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные	ПК-1 Способен разрабатывать составы строительных материалов для производства изделий и конструкций	ПК-1.1 Составляет задания и осуществляет контроль результатов проектирования составов строительных материалов и изделий	<b>Знать:</b> виды агрессивного воздействия на строительные изделия и конструкции, механизм коррозионных процессов, положения концепции кольматации и принцип выбора вяжущего на его основе, способы первичной и вторичной защиты строительных конструкций.
			<b>Уметь:</b> использовать полученные знания для выбора вида вяжущего в зависимости от вида агрессивной среды, выбирать вид заполнителей для бетонов в зависимости от среды их эксплуатации. На этой основе правильно проектировать состав бетона, применяемого для эксплуатации в условиях агрессивного воздействия окружающей среды и назначать вторичные способы защиты строительных конструкций от коррозии.
			<b>Владеть:</b> методами оценки коррозионной стойкости и способами прогнозирования долговечности.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Проектирование технологий строительных материалов и изделий
2	Методы исследования и контроля качества строительных материалов

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Экологические проблемы современных технологий
2	Повторное использование композиционных материалов

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зач. единиц, 216 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки и составляет 4 зач. единиц.

Форма промежуточной аттестации экзамен.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины, час	216	216
<b>Аудиторные занятия, в т.ч.:</b>	55	55
лекции	17	17
лабораторные	0	0
практические	34	34
Групповые консультации	4	4
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	161	161
Курсовой проект	54	54
Курсовая работа		
Расчетно-графич. задания		
Индивидуальное домашнее задание		
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	71	71
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	36 Э	36 Э

## 4.СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

#### Курс 2 Семестр 3

№ раздела	Наименование раздела (краткое содержание)	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, час.				
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов
1. Введение в курс. Основные понятия о долговечности.						
1.1	<b><u>Влияние среды эксплуатации на долговечность строительных конструкций. Виды коррозии.</u></b> Виды агрессивных сред, степень агрессивности, понятие долговечности, критерии долговечности. Классификация коррозионных процессов цементного камня в агрессивных средах.	2	4		10	16
2. Способы повышения коррозионной стойкости цементных систем						
2	<b><u>Концепция кольматации. Выбор вяжущих в зависимости от вида агрессивной среды.</u></b> Влияние растворимости продуктов взаимодействия компонентов цементного камня с агрессивной средой на процессы коррозии. Концепция кольматации. Выбор вяжущих на основе концепции кольматации.	2	4		10	16
3. Виды химической коррозии						
3.1	<b><u>Коррозия выщелачивания. Особенности кислотной агрессии.</u></b> Коррозия выщелачивания, механизм коррозии. Общая характеристика кислых сред, особенности кислотной агрессии. Влияние минерального состава цемента, добавок, вида заполнителя и др. факторов на стойкость к выщелачиванию и кислотной агрессии. Меры по защите строительных конструкций от коррозии выщелачивания и кислых сред.	2	4		10	16
3.2	<b><u>Углекислотная коррозия. Магнезиальная коррозия.</u></b> Особенности углекислотной коррозии в водной и газообразной среде. Закономерности коррозии с образованием нерастворимой пленки. Способы повышения стойкости цементного кам-	2	4		10	16

	ня и бетона при воздействии углекислого газа на бетон.					
3.3	<b><u>Сульфатная коррозия.</u></b> <b><u>Внутренняя коррозия, биокоррозия.</u></b> Сульфатная коррозия. Влияние различных факторов на сульфатостойкость. Сульфатостойкий цемент. Внутренняя коррозия, ее особенности, способы защиты. Биокоррозия, особенности, способы борьбы. Влияние состава вяжущего, добавок и заполнителя на стойкость цементного камня. Защита от коррозии.	2	4		10	16
4. Физическая и термическая коррозия						
4.1	<b><u>Коррозия замораживания-оттаивания.</u></b> Влияние минерального состава, химических и минеральных добавок на морозостойкость. Способы повышения морозостойкости.	2	3		10	15
4.2	<b><u>Термическая коррозия.</u></b> Термическая коррозия, особенности коррозии, способы повышения жаростойкости бетонов.	2	-		1	1
5. Виды защиты: первичная и вторичная.						
5.1	<b><u>Способы первичной защиты.</u></b> <b><u>Способы вторичной защиты.</u></b> Первичная защита: выбор вяжущих, заполнителей, добавок в зависимости от вида агрессивной среды. Технологические меры повышения стойкости. Лакокрасочные защитные покрытия. Защита бетонов от действия агрессивных сред с помощью пропитки, гидрофобизации, оклеечной и облицовочной изоляции. Полимерные материалы в антикоррозионной защите. Полимербетоны, бетонополимеры, цементно-полимерные составы. Специальные кислотостойкие покрытия, растворы и бетоны.	2	4		5	11
5.2	<b><u>Способы оценки коррозионной стойкости.</u></b> <b><u>Прогнозирование долговечности строительных конструкций.</u></b> Применяемые методы оценки коррозионной стойкости строительных материалов, их достоинства и недостатки. Виды кинетик процессов коррозии. Прогнозирование долговечности строительных материалов, сущность прогнозирования.	2	4		54	65
5.3	<b><u>Проектирование состава коррозионно-стойкого бетона.</u></b> Научно-обоснованный выбор компонентов коррозионно-стойких бетонов: вяжущих, заполнителей и наполнителей, химических добавок.	1	3		5	8
ИТОГО:		17	34		124	180
ЭКЗАМЕН					36	36
ВСЕГО:		17	34		161	216

## 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям <sup>1</sup>
семестр №3				
1	Влияние среды эксплуатации на долговечность строительных конструкций. Виды коррозии.	Влияние среды эксплуатации на долговечность, критерии долговечности. Классификация агрессивных сред. Оценка агрессивности среды по СНиП 2.03.11-85 «Защита строительных конструкций от коррозии». Классификация коррозионных процессов цементного камня в водной агрессивной среде.	4	2
2	Концепция кольматации	Обоснование концепции кольматации. Сущность концепции кольматации. Выбор вяжущих на основе концепции кольматации в зависимости от их основности и состава агрессивной среды..	2	4
3	Коррозия выщелачивания. Особенности кислотной агрессии.	Коррозия выщелачивания, механизм коррозии. Влияние состава цемента, добавок, технологических факторов на скорость коррозии. Способы защиты от коррозии выщелачивания. Общая характеристика кислых сред. Особенности кислотной агрессии. Влияние минерального состава цемента, добавок, вида заполнителя и др. факторов на кислотостойкость. Меры по защите от кислотной коррозии.	4	8
4	Углекислотная коррозия. Магнезиальная коррозия.	Особенности углекислотной коррозии в водной и газообразной среде. Способы повышения стойкости при воздействии углекислого газа на бетон. Магнезиальная коррозия. Закономерности коррозии с образованием нерастворимой пленки. Способы повышения стойкости.	4	8
5	Сульфатная и солевая коррозия. Внутренняя коррозия, биокоррозия.	Общая характеристика солевой коррозии. Сульфатная коррозия. Влияние состава вяжущего, добавок и заполнителя на стойкость цементного камня. Защита от коррозии. Сульфатостойкий цемент.	6	4
		Внутренняя коррозия, ее особенности,		

<sup>1</sup> Количество часов самостоятельной работы для подготовки к практическим занятиям

		способы защиты. Биокоррозия, особенности, способы борьбы.		
6	Термическая коррозия. Коррозия замораживания-оттаивания. Коррозия арматуры.	Коррозия замораживания-оттаивания. Особенности коррозии. Влияние минерального состава, химических и минеральных добавок на морозостойкость. Способы повышения морозостойкости. Термическая коррозия, особенности коррозии, способы повышения жаростойкости бетонов. Коррозия арматуры, механизм и способы защиты.	4	4
7	Виды защиты: первичная и вторичная. Способы первичной защиты.	Виды защиты: первичная и вторичная. Первичная: выбор вяжущих, заполнителей, добавок. Технологические меры повышения стойкости.	2	2
8	Способы оценки коррозионной стойкости. Прогнозирование долговечности строительных конструкций.	Методы оценки коррозионной стойкости строительных материалов гидратационного твердения. Способы ускорения испытаний. Прогнозирование долговечности строительных материалов, сущность прогнозирования. Виды кинетик процессов коррозии.	4	4
9	Способы вторичной защиты. Проектирование состава коррозионно-стойкого бетона.	Лакокрасочные защитные покрытия. Битумные композиции в противокоррозионной защите. Защита бетонов от действия агрессивных сред с помощью пропитки. Гидрофобизация бетонных поверхностей. Полимерные материалы в антикоррозионной защите. Полимербетоны, бетонополимеры, цементно-полимерные составы	4	4
ИТОГО:			34	64

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

Учебным планом не предусмотрены

### 4.4. Содержание курсового проекта/работы<sup>2</sup>

В процессе выполнения курсовой работы осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудиториях и/или посредством электронной информационно-образовательной среды университета.

Курсовая работа посвящена расчету кинетики процессов производства вяжущих веществ и твердения их в различных условиях по вариантам. Подробный перечень заданий, а также их теоретическое обоснование, приведены в методических указаниях [6].

**Цель КП:** Приобретение практических навыков по формулированию не сложных экономико-математических моделей, их анализу и использованию для принятия решений.

<sup>2</sup> Если выполнение курсового проекта/курсовой работы нет в учебном плане, то в данном разделе необходимо указать «Не предусмотрено учебным планом»



**Структура работы.** Курсовая работа должна содержать титульный лист, содержание, введение, теоретическую часть, расчетную часть, выводы, список литературы.

**Оформление КП.** КП предоставляется преподавателю для проверки в виде отчета на бумажных листах формата А4. Срок сдачи КП определяется преподавателем.

#### **4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий<sup>3</sup>**

Не предусмотрено учебным планом

### **5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

#### **5.1. Реализация компетенций**

**1. Компетенция ПК-1.** Способен разрабатывать составы строительных материалов для производства изделий и конструкций

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК 1.1. Составляет задания и осуществляет контроль результатов проектирования составов строительных материалов и изделий	Экзамен, защита курсовой работы, защита лабораторной работы, устный опрос

#### **5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации**

##### **5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Влияние среды эксплуатации на долговечность строительных конструкций. Виды коррозии. (ПК 1.1)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Понятие долговечности строительных изделий и конструкций.</li> <li>2. Какие среды считаются агрессивными по отношению к бетону и железобетону. Классификация агрессивных сред.</li> <li>3. Жидкие агрессивные среды. Показатели агрессивности сточных вод, природных вод, технических растворов.</li> <li>4. Виды твердых агрессивных сред. Механизм агрессивного воздействия твердых сред на бетон.</li> <li>5. Два способа защиты от коррозии: первичная и вторичная.</li> <li>6. Влияние непроницаемости бетона на его стойкость к действию агрессивных жидких сред. Способы повышения</li> </ol>

<sup>3</sup> Если выполнение расчетно-графического задания/индивидуального домашнего задания нет в учебном плане, то в данном разделе необходимо указать «Не предусмотрено учебным планом»

		<p>плотности и непроницаемости.</p> <p>7. Влияние В/Ц на стойкость бетона. Использование добавок СП и ГП для снижения В/Ц и повышения коррозионной стойкости.</p> <p>8. Выбор активных минеральных добавок для повышения коррозионной стойкости цементных композитов.</p>
2	Концепция кольматации (ПК 1.1)	<p>1. Основные положения концепции кольматации. Влияние растворимости продуктов коррозии на степень повреждения. Классификация кольматантов.</p> <p>2. Принцип выбора вяжущего на основе концепции кольматации в зависимости от вида агрессивной среды для коррозионно-стойких бетонов.</p>
3	Коррозия выщелачивания. Особенности кислотной агрессии. (ПК 1.1)	<p>1. Коррозия выщелачивания. Влияние состава цемента, добавок, структуры цементного камня на скорость выщелачивания. Критерии коррозии выщелачивания. Выбор вяжущего в условиях выщелачивания. Способы защиты.</p> <p>2. Кислотная коррозия, механизм, малорастворимые продукты коррозии. Выбор вяжущего и заполнителя для бетонов в условиях кислотной коррозии.</p>
4	Углекислотная коррозия. Магнезиальная коррозия. (ПК 1.1)	<p>1. Особенности углекислой коррозии в газообразной среде. Типы кольматантов в воздушной углекислой среде. Влияние состава цемента, влажности среды, продуктов реакции на коррозию. Выбор типа цемента на основе концепции кольматации. Влияние карбонизации на коррозию арматуры. Каковы особенности углекислотной коррозии в жидкой и газообразной среде, чем это обусловлено?</p> <p>2. Магнезиальная коррозия. Закономерности коррозии с образованием нерастворимой пленки. Выбор типа цемента на основе концепции кольматации.</p> <p>3. Механизм углекислой коррозии в водной среде. Образование кольматантов в цементной матрице бетона. Влияние основности цемента, продуктов реакции на углекислую коррозию.</p>
5	Сульфатная коррозия. Внутренняя коррозия, биокоррозия. (ПК 1.1)	<p>1. Сульфатная коррозия. Влияние концентрации и состава сульфатных сред на образование малорастворимых продуктов коррозии. Сульфатостойкий цемент. Способы защиты от сульфатной коррозии.</p> <p>2. Каковы особенности коррозии в растворах сульфатов натрия и магния? Влияние вида вяжущего, заполнителя, структуры бетона на сульфатостойкость?</p> <p>3. Биологическая коррозия. Способы борьбы с ней.</p> <p>4. Внутренняя коррозия. Стандартные способы исследования щелочесиликатной коррозии, их недостатки. Влияние состава цемента, активных минеральных добавок, химических добавок, вида заполнителя на коррозию. Способы предотвращения внутренней коррозии.</p>
6	Термическая коррозия. Коррозия замораживания-оттаивания. Коррозия арматуры. (ПК 1.1)	<p>1. Термическая коррозия. Влияние состава цемента, добавок, вида заполнителя на жаростойкость бетона. Как повысить термическую стойкость бетонов?</p> <p>2. Коррозия замораживания-оттаивания. Стандартные испытания на морозостойкость. Влияние состава цемента, минеральных и химических добавок, структуры материала. Способы повышения морозостойкости. Методы определе-</p>

		<p>ния морозостойкости. Чем вызвана коррозия замораживания-оттаивания.</p> <p>3. Коррозия арматуры. Влияние состава цемента, активных минеральных и химических добавок, условий эксплуатации на коррозию арматуры. Способы защиты.</p>
7	<p>Виды защиты: первичная и вторичная.</p> <p>Способы первичной защиты. (ПК 1.1)</p>	<p>1. Виды защиты от коррозии: первичная и вторичная. Охарактеризовать их особенности.</p> <p>2. Каковы принципы выбора вяжущих в агрессивных средах? Как влияют заполнители на коррозионную стойкость бетона? Роль заполнителей?</p>
8	<p>Способы оценки коррозионной стойкости. Прогнозирование долговечности строительных конструкций. (ПК 1.1)</p>	<p>1. Современные методы испытаний по коэффициенту стойкости. (ГОСТы, СНИПы на проведение стандартных испытаний коррозионной стойкости). Их достоинства и недостатки.</p> <p>2. Методология проведения испытаний на коррозионную стойкость. Соблюдение принципа подобия при проведении лабораторных испытаний. Прогнозирование долговечности изделий и конструкций в агрессивных средах. Способ прогнозирования долговечности с использованием уравнений теории переноса.</p>
9	<p>Способы вторичной защиты. Проектирование состава коррозионно-стойкого бетона. (ПК 1.1)</p>	<p>1. Способы вторичной защиты строительных изделий и конструкций от воздействия агрессивных сред.</p> <p>2. Проектирование состава коррозионно-стойкого бетона.</p>

### 5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсовой работы

Учебным планом предусмотрена курсовой проект в 3-м семестре. Курсовой проект посвящен расчету кинетических констант процессов коррозии цементных систем в агрессивных средах и прогнозированию на их основе степени коррозионного повреждения. Требования к структуре и оформлению курсового проекта содержатся в методических указаниях к выполнению курсового проекта.

Типовые варианты заданий.

1. Расчет и прогнозирование степени повреждения бетона в условиях нейтрализации углекислым газом.
2. Расчет и прогнозирование степени карбонизации образцов из цементно-песчаного раствора.
3. Влияние плотности бетона на кинетические константы и степень карбонизации углекислым газом.
4. Влияние влажности среды на кинетику поглощения углекислого газа бетоном.
5. Расчет и прогнозирование степени коррозии цементного камня в растворах неорганических кислот различной концентрации.
6. Прогнозирование глубины проникновения сероводорода в цементный камень.
7. Расчет и прогнозирование степени выщелачивания извести из образцов цементного камня.
8. Прогнозирование глубины коррозионного поражения цементного камня в растворе сероводорода.
9. Расчет и прогнозирование степени коррозионного повреждения цементного камня с учетом накопления связанного и свободного сульфата кальция в образцах.

Вопросы для защиты (ПК 1.1)

1. Выбор уравнений теории переноса для расчета и прогнозирования степени повреждения бетона в условиях нейтрализации углекислым газом.
2. Объясните физический смысл коэффициентов, входящих в уравнении теории переноса.
3. Как влияет плотность бетона на кинетические константы и степень карбонизации углекислым газом.
4. Чем отличается экстенсивное и интенсивное торможение процессов коррозии.
5. Как определяется начальная скорость коррозии и от чего она зависит.
6. Чем обусловлено экстенсивное торможение процессов коррозии. Какие процессы коррозии наиболее часто встречаются на практике: с экстенсивным или интенсивным торможением?
7. Как производится прогнозирование глубины коррозионного поражения цементного камня с учетом значений коэффициентов в начальные сроки коррозии.
8. Как осуществляется прогнозирование степени коррозионного повреждения цементного камня, связанного с образованием сульфата кальция в образцах.

### 5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

В разделе приводится перечень заданий и материалов по оценке заявленных результатов обучения, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций (указать ссылки на все методические материалы из рабочей программы).

**Текущий контроль** осуществляется в течение семестра при проведении практических занятий, лабораторных работ, выполнении курсовой работы.

**Практические занятия.** Во время практических занятий **текущий контроль осуществляется в форме собеседования.** Примерный перечень вопросов для собеседования приведен в таблице.

#### Вопросы для собеседования

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов	Индикаторы достижения компетенции
1	Влияние среды эксплуатации на долговечность строительных конструкций. Виды коррозии.	Что такое долговечность, какие факторы на нее оказывают влияние? Что называется агрессивной средой. Чем отличаются классификации коррозионных процессов цементного камня в водной среде Москвина В.М. и Кинда В.В. Их достоинства и недостатки?	ПК1.1
2	Концепция кольматации	Какую роль играют продукты коррозии в развитии коррозионных процессов? Раскройте сущность концепции кольматации?	ПК1.1
3	Коррозия выщелачивания. Особенности кислотной агрессии.	Назовите основные этапы коррозии выщелачивания? Какие виды вяжущих наиболее стойки в условиях выщелачивания и почему? В каких условиях наблюдается коррозия выщелачивания? Каковы способы повышения стойкости? Чем обусловлена агрессивность кислых сред по	ПК1.1

		отношению к цементному камню? Механизм кислотной коррозии? Какие вяжущие можно рекомендовать в условиях воздействия кислых сред и почему?	
4	Углекислотная и сероводородная коррозии. Магнезиальная коррозия.	Каковы особенности углекислотной коррозии в жидкой и газообразной среде, чем это обусловлено? Каковы особенности сероводородной коррозии? Способы повышения стойкости?	ПК1.1
5	Сульфатная и солевая коррозия. Щелочная коррозия. Внутренняя коррозия, биокоррозия.	Каковы особенности коррозии в растворах сульфатов натрия и магния? Влияние вида вяжущего, заполнителя, структуры бетона на сульфатостойкость? Чем вызвана коррозия при кристаллизации солей в порах бетона?	ПК1.1
6	Термическая коррозия. Коррозия замораживания-оттаивания. Коррозия арматуры.	Какие Вы знаете методы определения морозостойкости? Чем вызвана коррозия замораживания-оттаивания. Способы повышения морозостойкости? Чем вызвана коррозия арматуры, способы защиты? Как повысить термическую стойкость бетонов?	ПК1.1
7	Виды защиты: первичная и вторичная. Способы первичной защиты.	Виды защиты от коррозии: первичная и вторичная. Охарактеризовать их особенности. Каковы принципы выбора вяжущих в агрессивных средах? Как влияют заполнители на коррозионную стойкость бетона? Роль заполнителей?	ПК1.1
8	Способы оценки коррозионной стойкости. Прогнозирование долговечности строительных конструкций.	Какие методики испытаний на коррозионную стойкость Вы знаете? Как рассчитывают коэффициент стойкости и для каких целей его используют? В чем заключается сущность прогнозирования долговечности?	ПК1.1
9	Способы вторичной защиты. Проектирование состава коррозионно-стойкого бетона.	В чем заключается способ повышения стойкости при помощи пропитки, футеровочной изоляции, гидрофобизации поверхности строительных конструкций? Этапы проектирования составов коррозионно-стойких бетонов. Как правильно выбирать вяжущее, заполнители и наполнители с учетом состава среды эксплуатации изделия?	ПК1.1

### Типовые тестовые задания для текущего контроля в семестре (ПК1.1)

1. Что называется долговечностью?

А) Долговечность – это способность материала сохранять свои эксплуатационные свойства.

Б) Долговечность – это свойство материала сохранять работоспособность в течение всего срока эксплуатации с необходимыми перерывами на ремонт.

В) Долговечность – это свойство материала сохранять свою работоспособность в течение срока эксплуатации без перерывов на ремонт.

2. Средняя степень агрессивности среды:

- А) разрушение бетона за 50 лет эксплуатации распространяется на глубину не более 5 мм.
- Б) разрушение бетона за 50 лет эксплуатации распространяется на глубину не более 20 мм.
- В) разрушение бетона за 50 лет эксплуатации распространяется на глубину не более 30 мм.

3. К первичной защите относится:

- А) пропитка гидрофобизирующими веществами
- Б) снижение водоцементного отношения
- В) нанесение лакокрасочное покрытие

4. Чем обусловлена коррозия выщелачивания

- А) вызываемая действием на цемент ионов  $\text{SO}_4^{2-}$
- Б) растворением гидроксида Са и его выносом,
- В) вызываемая действием на цементный камень углекислоты

5. Какие основные факторы оказывают влияние на стойкость бетона в агрессивных средах:

- А) правильный выбор заполнителей и химических добавок
- Б) правильный выбор условий уплотнения и твердения бетона
- В) правильный выбор вяжущего вещества и проницаемость бетона

6. Что представляют собой кольматанты

А) малорастворимые продукты коррозии, которые закупоривают поры и капилляры, что приводит к замедлению диффузии агрессивных компонентов вглубь бетона.

Б) продукты коррозии компонентов цементной матрицы бетонов с агрессивной средой, которые растворяются и уносятся в окружающую среду.

В) продукты коррозии компонентов цементной матрицы бетонов с агрессивной средой, которые кристаллизуются с увеличением объема и вызывают внутреннее расширение.

7. Чем обусловлено самоторможение коррозионных процессов:

- образованием малорастворимых продуктов коррозии, которые кольматируют открытые поры
- образованием продуктов коррозии, которые повышают пористость
- образованием продуктов коррозии различного состава и растворимости.

8. Исходя из концепции кольматации какие в условиях коррозии выщелачивания необходимо применять цементы:

- А) ЦЕМ III – шлакопортландцемент
- Б) ЦЕМ I – портландцемент
- В) ЦЕМ II - портландцемент с активными минеральными добавками

9. Что является носителем кислотной агрессии?

- А) хлорид-ион  $\text{Cl}^-$
- Б) гидроксид-ион  $\text{OH}^-$
- В) ион гидроксония  $\text{H}_3\text{O}^+$

10. Причиной разрушения при сульфатной коррозии является

- А) кристаллизация моноссульфоалюмината
- Б) кристаллизация этtringита и гипса без увеличения объема
- В) кристаллизация этtringита и гипса с увеличением объема в 4,8 и 2,34 раза

#### 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена, при защите курсовой работы используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично<sup>4</sup>.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий в области долговечности цементных систем;
	Знает способы повышения коррозионной стойкости строительных изделий и конструкций путем варьирования состава вяжущего, В/Ц, ввода минеральных и химических добавок, технологических приемов;
	Знает на высоком уровне положения концепции кольматации и принцип выбора вяжущего на его основе;
	Демонстрирует высокий уровень знаний физико-химических процессов при коррозии цементного камня и бетона в различных агрессивных средах;
	В полном объеме знает классификацию видов агрессивного воздействия на строительные изделия и конструкции;
Умения	Уметь использовать полученные знания для правильного выбора вида вяжущего в зависимости от вида агрессивного воздействия,
	Уметь правильно подбирать компоненты бетона: заполнители и наполнители, химические добавки в зависимости от среды эксплуатации, в том числе в соответствии с действующими нормами и требованиями;
	умеет самостоятельно пользоваться нормативно-технической литературой по защите строительных изделий и конструкций от коррозии;
	грамотно применяет умения для назначения вторичных способов защиты строительных конструкций от коррозии.
Навыки	владеет критериями выбора вяжущего и заполнителей (наполнителей) для производства коррозионно-стойких бетонов;
	Владеет методами оценки коррозионной стойкости и способами прогнозирования долговечности цементных систем;
	владеет навыками и информацией о рациональной области применения строительных изделий и конструкций повышенной долговечности
	владеть навыками самостоятельной обработки информации и экспериментальных данных исследований.

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенции по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений, понятий в области долговечности це-	Не знает терминов, определений и понятий в области долговечности цементных систем	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок. Не полностью	Знает термины и определения. ответил на теоретические вопросы с небольшими не-	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно-

ментных систем		владеет теоретическим материалом	точностями	но. Правильно отвечает на дополнительные вопросы.
Знает способы повышения коррозионной стойкости строительных изделий и конструкций путем варьирования состава вяжущего, В/Ц, ввода минеральных и химических добавок, технологических приемов;	Не знает способы повышения коррозионной стойкости строительных изделий и конструкций. Не знает влияние состава вяжущего, В/Ц, минеральных и химических добавок, технологических приемов на коррозионную стойкость бетонов.	Знает не все способы повышения коррозионной стойкости строительных изделий и конструкций. Не знает влияние состава вяжущего, В/Ц, минеральных и химических добавок, технологических приемов на коррозионную стойкость бетонов.	Знает способы повышения коррозионной стойкости строительных изделий и конструкций. Знает влияние состава вяжущего, В/Ц, минеральных и химических добавок, технологических приемов на коррозионную стойкость бетонов. При ответе на вопрос обучающийся допускает несущественные неточности.	Знает способы повышения коррозионной стойкости строительных изделий и конструкций. Знает влияние состава вяжущего, В/Ц, минеральных и химических добавок, технологических приемов на коррозионную стойкость бетонов. Знает и умеет объяснить процессы, происходящие при коррозии материалов гидратационного твердения. Использует в ответе дополнительный материал, без труда отвечает на дополнительные вопросы.
Знает на высоком уровне положения концепции кольматации и принцип выбора вяжущего на его основе;	Не имеет знаний о положениях концепции кольматации и принципа выбора вяжущего на его основе. При ответе на вопрос обучающийся допускает грубые ошибки.	Знает положения концепции кольматации и принцип выбора вяжущего на его основе. При ответе на вопрос обучающийся допускает ошибки, неточные формулировки	Знает на хорошем уровне положения концепции кольматации и принцип выбора вяжущего на его основе. Не затрудняется с ответом на дополнительные вопросы	Знает на высоком уровне положения концепции кольматации и принцип выбора вяжущего на его основе. Использует в ответе дополнительный материал, без труда отвечает на дополнительные вопросы.
Демонстрирует высокий уровень знаний физико-химических процессов при коррозии цементного камня и бетона в различных агрессивных средах;	Демонстрирует отсутствие знаний физико-химических процессов при коррозии цементного камня и бетона в различных агрессивных средах;	Демонстрирует минимальный уровень знаний физико-химических процессов при коррозии цементного камня и бетона в различных агрессивных средах;	Демонстрирует хороший уровень знаний физико-химических процессов при коррозии цементного камня и бетона в различных агрессивных средах;	Демонстрирует высокий уровень знаний физико-химических процессов при коррозии цементного камня и бетона в различных агрессивных средах;
В полном объеме	Не знает класси-	В минимальном	В достаточном	В полном объеме



знает классификацию видов агрессивного воздействия на строительные изделия и конструкции;	классификацию видов агрессивного воздействия на строительные изделия и конструкции;	объемно знает классификацию видов агрессивного воздействия на строительные изделия и конструкции;	объемно знает классификацию видов агрессивного воздействия на строительные изделия и конструкции;	знает классификацию видов агрессивного воздействия на строительные изделия и конструкции;
---	---	---	---	---

### Оценка сформированности компетенции по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Уметь использовать полученные знания для правильного выбора вида вяжущего в зависимости от вида агрессивного воздействия,	Не обладает умением для правильного выбора вида вяжущего, в зависимости от вида агрессивного воздействия; не умеет самостоятельно пользоваться нормативно-технической литературой;	Демонстрирует частичные умения для правильного выбора вида вяжущего в зависимости от вида агрессивного воздействия; самостоятельно пользоваться нормативно-технической литературой; допускает грубые ошибки	Обладает базовыми умениями для правильного выбора вида вяжущего в зависимости от вида агрессивного воздействия; умеет ссылаться при этом на нормативные документы и дополнительную литературу. Допускает ошибки в ответах на дополнительные вопросы	Уметь использовать полученные знания для правильного выбора вида вяжущего в зависимости от вида агрессивного воздействия, умеет ссылаться при этом на нормативные документы и дополнительную литературу. Не затрудняется с ответом на дополнительные вопросы
Уметь правильно подбирать компоненты бетона: заполнители и наполнители, химические добавки в зависимости от среды эксплуатации, в том числе в соответствии с действующими нормами и требованиями;	Не умеет подбирать компоненты бетона: заполнители и наполнители, химические добавки в зависимости от среды эксплуатации. Не умеет работать с нормативными документами.	Умеет частично подбирать компоненты бетона: заполнители и наполнители, химические добавки в зависимости от среды эксплуатации. Частично пользуется действующими нормами и требованиями. Допускает грубые ошибки в ответах на дополнительные вопросы.	Уметь подбирать компоненты бетона: заполнители и наполнители, химические добавки в зависимости от среды эксплуатации, в том числе в соответствии с действующими нормами и требованиями. Обосновывает принятые решения, дает ответы на дополнительные вопросы.	Уметь правильно подбирать компоненты бетона: заполнители и наполнители, химические добавки в зависимости от среды эксплуатации, в том числе в соответствии с действующими нормами и требованиями. Последовательно, и четко обосновывает принятые решения, дает исчерпывающие ответы на дополнительные вопросы.
умеет самостоятельно пользоваться нормативно-технической ли-	Не умеет самостоятельно пользоваться нормативно-технической ли-	Умеет частично пользоваться нормативно-технической ли-	Умеет самостоятельно пользоваться нормативно-технической ли-	Умеет самостоятельно пользоваться нормативно-технической ли-

тературой по защите строительных изделий и конструкций от коррозии;	тературой по защите строительных изделий и конструкций от коррозии;	щите строитель-ных изделий и конструкций от коррозии; но допускает суще-ственные погреш-ности .	тературой по за-щите строитель-ных изделий и конструкций от коррозии; но до-пускает несуще-ственные неточно-сти в ответе на вопрос.	тературой по за-щите строитель-ных изделий и конструкций от коррозии; Ис-пользует в ответе дополнительный материал, без тру-да отвечает на до-полнительные во-просы.
грамотно приме-няет умения для назначения вто-ричных способов защиты строи-тельных кон-струкций от кор-розии.	Не применяет умения для назначения вто-ричных способов защиты строи-тельных кон-струкций от кор-розии.	Демонстрирует частичные уме-ния для назначе-ния вторичных способов защиты строительных конструкций от коррозии. При этом может не знать деталей, при ответе на вопрос допускает не точ-ности и ошибки.	Владеет базовы-ми умениями для назначения вторичных спо-собов защиты строительных конструкций от коррозии. При ответе на вопрос обучающийся до-пускает несуще-ственные неточно-сти.	Грамотно при-меняет умения для назначения вторичных спо-собов защиты строительных конструкций от коррозии. При ответе на вопрос обучающийся ссылается на лите-ратуру и норма-тивные докумен-ты. Не затрудняет-ся с ответом на дополнительные вопросы.

### Оценка сформированности компетенции по показателю Навыки

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
владеет критериями выбора вяжущего и заполнителей (наполнителей) для производства коррозионно-стойких бетонов;	Не владеет кри-териями выбора вяжущего и за-полнителей (наполнителей) для производства коррозионно-стойких бетонов.	Владеет частично критериями вы-бора вяжущего и заполнителей (наполнителей) для производства коррозионно-стойких бетонов. При ответе на во-прос делает гру-бые ошибки.	Владеет на базо-вом уровне критериями вы-бора вяжущего и заполнителей (наполнителей) для производства коррозионно-стойких бетонов. Допускает несуще-ственные по-грешности в отве-те на вопрос.	владеет критери-ями выбора вя-жущего и запол-нителей (напол-нителей) для производства коррозионно-стойких бетонов. При ответе на во-прос обучающийся ссылается на лите-ратуру и норма-тивные докумен-ты. Не затрудняется с ответом на допол-нительные вопро-сы.
Владеет метода-ми оценки корро-зионной стойко-	Не владеет мето-дами методами оценки коррози-	Владеет частич-но методами оценки коррози-	Владеет на базо-вом уровне ме-тодами оценки	Владеет метода-ми оценки корро-зионной стойко-

сти и способами прогнозирования долговечности цементных систем;	онной стойкости и способами прогнозирования долговечности цементных систем.	онной стойкости и способами прогнозирования долговечности цементных систем.	коррозионной стойкости и способами прогнозирования долговечности цементных систем.	сти и способами прогнозирования долговечности цементных систем;
владеет навыками и информацией о рациональной области применения строительных изделий и конструкций повышенной долговечности	Не владеет навыками и информацией о рациональной области применения строительных изделий и конструкций повышенной долговечности.	Владеет частично навыками и информацией о рациональной области применения строительных изделий и конструкций повышенной долговечности Затрудняется при ответах на вопросы.	Владеет на базовом уровне навыками и информацией о рациональной области применения строительных изделий и конструкций повышенной долговечности. Допускает неточности в ответах на вопросы.	Владеет в полном объеме навыками и информацией о рациональной области применения строительных изделий и конструкций повышенной долговечности. Уверенно отвечает на все вопросы, ссылается на нормативные документы и литературу.
владеть навыками самостоятельной обработки информации и экспериментальных данных исследований.	Не владеет навыками самостоятельной обработки информации и экспериментальных данных исследований .	Владеет частично навыками самостоятельной обработки информации и экспериментальных данных исследований. При ответе на вопросы допускает неточности, погрешности.	Владеет на базовом уровне навыками самостоятельной обработки информации и экспериментальных данных исследований, но допускает несущественные погрешности в ответе на вопрос.	Владеет в полном объеме навыками самостоятельной обработки информации и экспериментальных данных исследований

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Материально-техническое обеспечение

Лекционные и практические занятия проводятся в специализированной учебной лаборатории № 213 кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций, оснащенной презентационной техникой (интерактивная доска, проектор, компьютер) в соответствии с требованиями, предъявляемыми к учебным лабораториям.

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
2	Лаборатория 213 УК2.	Интерактивная доска, проектор, компьютер
3	Кабинет №105 ГК	Самостоятельная работа студентов

### 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2023г.
	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
	nanoCAD	Соглашение №НР-22/220-ВУЗ от 17.02.2022г. Лицензия бессрочная

### 6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

#### 6.3.1. Перечень основной литературы

1. Долговечность железобетона в агрессивных средах / С.Н.Алексеев, Ф.М.Иванов, С. Модры, П. Шисль / Под ред. Ф.М.Иванова.– М.: Стройиздат.- 1990.-313 с.

2. Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты/В.М.Москвин, Ф.М.Иванов, С.Н.Алексеев, Е.А.Гузеев. Под общ. ред В.М.Москвина.- М.: Стройиздат, 1980.–536 с.

3. Григорьева Л. С. Химия в строительстве [Электронный ресурс]: учебное пособие / Григорьева Л. С. –Москва : Московский государственный строительный

университет, ЭБС АСВ, 2010. – 104 с. – Б. ц. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.

4. Дворкин Л.И. Специальные бетоны [Электронный ресурс] / Л.И. Дворкин, О.Л. Дворкин. — Электрон. текстовые данные. – М.: Инфра-Инженерия, 2013. – 368 с. – 978-5-9729-0046-6. – Режим доступа:

<http://www.iprbookshop.ru/13550.html>

5. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Долговечность строительных конструкций» для студентов направления подготовки 08.04.01 – Строительство / сост. Н.М. Толыпина.– Белгород: Изд-во БГТУ, 2015.– 40 с.

6. Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Долговечность строительных конструкций» для студентов направления подготовки 08.04.01 – Строительство/ сост. Н.М. Толыпина.– Белгород: Изд-во БГТУ, 2015.–25 с.

### **6.3.2. Перечень дополнительной литературы**

1.Рахимбаев Ш.М., Толыпина Н.М. Повышение коррозионной стойкости бетонов путем рационального выбора вяжущего и заполнителей/Монография.– Белгород, БГТУ им. В.Г.Шухова, 2015 г.–325 с.

Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2015102814341211500000653177>

2. Полак А.Ф. Расчет долговечности железобетонных конструкций.-Уфа: Изд-во Уфимс. нефт. ин-та, 1983.-116 с.

3. СНИиП 2.03.11-85 «Защита строительных конструкций от коррозии». Актуализированная редакция. Сп 28.13330.2012.

4. ГОСТ 27677-88 (СТ СЭВ 5852-86) «Защита от коррозии в строительстве. Бетоны. Общие требования к проведению испытаний».

5. ГОСТ Р 52804-2007 «Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Методы испытаний».

6. Дворкин Л.И. Строительные минеральные вяжущие материалы [Электронный ресурс] : учебно-практическое пособие / Л.И. Дворкин, О.Л. Дворкин. – Электрон. текстовые данные. – М. : Инфра-Инженерия, 2013. – 544 с. – 978-5-9729-0035-0.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13559.html>

7. Макридин Н.И. Структурообразование и конструкционная прочность цементных композитов [Электронный ресурс] : монография / Н.И. Макридин, Е.В. Королев, И.Н. Максимова. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. — 152 с. — 978-5-7264-0762-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20039.html>

8. Рубцова В.Н. Коррозия бетона в жидких агрессивных средах [Электронный ресурс] : методические указания / В.Н. Рубцова. – Электрон. текстовые данные. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2014. – 12 с. – 2227-8397. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/51535.html>

### **6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем**

<a href="http://e.lanbook.com">Электронно-библиотечная система «Лань»</a>	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Официальный сайт компании "Консультант-	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

Плюс"	
Электронный журнал «Информационный бюллетень – нормирование и стандартизация в строительстве»	<a href="http://www.snip.ru/">http://www.snip.ru/</a>
Система NormaCS	<a href="http://normacs.ru/">http://normacs.ru/</a>
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>
Портал РФФИ	<a href="http://www.rfbr.ru/rffi/ru/">http://www.rfbr.ru/rffi/ru/</a>
Научная энциклопедия на русском языке	<a href="http://ru.science.wikia.com/">http://ru.science.wikia.com/</a>
Сайт кафедры СММК БГТУ им. В.Г. Шухова	smik.bstu.ru
Сайт научно-технической библиотеки БГТУ им. В.Г. Шухова	ntb.bstu.ru