

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ
Директор инженерно-строительного
института
Уваров В.А.
« 06 » _____ 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Физико-химические основы прочности материалов

Направление подготовки:

08.03.01 Строительство

Направленность программы (профиль):

Экспертиза и технологии перспективных материалов

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная



Институт: **инженерно-строительный**

Кафедра **материаловедения и технологии материалов**


Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:


- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 08.03.01 Строительство, утвержденного приказом Минобрнауки России от 31 мая 2017 г. № 481;
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель (составители): к.т.н., доц.  В.В. Нелюбова
к.т.н.  Д.Д. Нецвет

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры материаловедения и технологии материалов «17» марта 2021 г., протокол № 3

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  В.В. Строкова

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой материаловедения и технологии материалов

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  В.В. Строкова

«17» марта 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

«25» марта 2021 г., протокол № 8

Председатель к.т.н., доц.  А.Ю. Феоктистов

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

| Категория (группа) компетенций | Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине |
|--------------------------------|---|--|---|
| Профессиональные компетенции | ПК-2 Способен проводить выбор материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности, долговечности, экономичности и экологических последствий их применения, в том числе с применением методов компьютерного проектирования и моделирования | ПК-2.1 Анализирует состав и структуру материалов | <p>Знать: основы анализа состава и структуры материалов;</p> <p>Уметь: анализировать состав и структуру материалов</p> <p>Владеть: навыками анализа состава и структуры материалов</p> |
| | | ПК-2.2 Использует математическое моделирование при проектировании составов и оценки физико-механических свойств материалов | <p>Знать: алгоритм выполнения действий при математическом моделировании при проектировании составов и оценке физико-механических свойств материалов;</p> <p>Уметь: использовать математическое моделирование при проектировании составов и оценки физико-механических свойств материалов;</p> <p>Владеть: навыками математического моделирования при проектировании составов и оценки физико-механических свойств материалов</p> |
| | | ПК-2.3 Устанавливает связь состава и структуры материалов с их технологическими и эксплуатационными свойствами | <p>Знать: взаимосвязь состава, структуры и свойств материалов;</p> <p>Уметь: моделировать состав, структуру и свойства материалов;</p> <p>Владеть: навыками подбора состава и структуры материала, исходя из заданных технологических и эксплуатационных свойств</p> |
| | | ПК-2.4 Формулирует требования к физико-механическим и технико-эксплуатационным свойствам материалов на основе анализа | <p>Знать: требования к физико-механическим и технико-эксплуатационным свойствам материалов с учетом условий их использования;</p> <p>Уметь: формулировать требования к физико-механическим и технико-</p> |

| | | | |
|--|---|--|---|
| | | <p>условий их использования</p> | <p>эксплуатационным свойствам материалов на основе анализа условий их использования; Владеть: навыками подбора материалов с необходимыми физико-механическими и технико-эксплуатационными свойствами на основе анализа условий их использования</p> |
| | <p>ПК-3 Способен организовывать и проводить испытания строительных материалов и изделий</p> | <p>ПК-2.6 Оценивает надежность, долговечность, экономичность и экологичность материалов и изделий из них</p> | <p>Знать: требования к физико-механическим и технико-эксплуатационным свойствам материалов с учетом условий их использования; Уметь: формулировать требования к физико-механическим и технико-эксплуатационным свойствам материалов на основе анализа условий их использования; Владеть: навыками подбора материалов с необходимыми физико-механическими и технико-эксплуатационными свойствами на основе анализа условий их использования</p> |
| | | <p>ПК-3.1 Выбирает методики испытаний строительных материалов и изделий</p> | <p>Знать: методики испытаний строительных материалов и изделий; Уметь: выбирать методики испытаний строительных материалов и изделий; Владеть: навыками использования методик испытаний строительных материалов и изделий</p> |
| | | <p>ПК-3.2 Выполняет лабораторные операции</p> | <p>Знать: требования к проведению лабораторных операций; Уметь: выполнять лабораторные операции; Владеть: навыками работы в лаборатории</p> |
| | | <p>ПК-3.3 Проводит испытания по контролю показателей качества сырьевых материалов (компонентов)</p> | <p>Знать: требования к показателям качества сырьевых материалов (компонентов); Уметь: формулировать требования к физико-механическим и технико-эксплуатационным</p> |

| | | | |
|--|--|--|---|
| | | | <p>свойствам материалов на основе анализа условий их использования;</p> <p>Владеть: навыками контроля показателей качества сырьевых материалов (компонентов)</p> |
| | | <p>ПК-3.4 Проводит испытания по определению свойств продукции производства строительных материалов и изделий</p> | <p>Знать: методики испытаний по определению свойств продукции производства строительных материалов и изделий;</p> <p>Уметь: проводить испытания по определению свойств продукции производства строительных материалов и изделий;</p> <p>Владеть: навыками определения свойств продукции производства строительных материалов и изделий</p> |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК–2 Способен проводить выбор материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности, долговечности, экономичности и экологических последствий их применения, в том числе с применением методов компьютерного проектирования и моделирования

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

| Стадия | Наименования дисциплины |
|--------|--|
| 1 | Поверхностные явления и дисперсные системы |
| 2 | Термодинамические основы механохимии наносистем |
| 3 | Производственная исполнительская практика |
| 4 | Основы технологий наноматериалов |
| 5 | Композиционные вяжущие вещества для перспективных материалов |
| 6 | Перспективные материалы со специальными свойствами |
| 7 | Композиционные материалы для эксплуатации в экстремальных условиях |
| 8 | Наносистемы в строительном материаловедении |
| 9 | Модификаторы для строительных композитов |
| 10 | Технологии современных бетонов и изделий |
| 11 | Защитные покрытия для бетонов |
| 12 | Долговечность строительных материалов и изделий |
| 13 | Основы физико-химической механики строительных композитов |
| 14 | Бережливое производство |
| 15 | Технологии лакокрасочных материалов |
| 16 | Производственная преддипломная практика |

2. Компетенция ПК–3 Способен организовывать и проводить испытания строительных материалов и изделий

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

| Стадия | Наименования дисциплины |
|--------|--|
| 1 | Поверхностные явления и дисперсные системы |
| 2 | Термодинамические основы механохимии наносистем |
| 3 | Производственная исполнительская практика |
| 4 | Композиционные вяжущие вещества для перспективных материалов |
| 5 | Организация изыскательских работ |
| 6 | Перспективные материалы со специальными свойствами |
| 7 | Модификаторы для строительных композитов |
| 8 | Композиционные материалы для эксплуатации в экстремальных условиях |
| 9 | Технологии современных бетонов и изделий |
| 10 | Экспертиза качества строительных материалов и изделий |
| 11 | Технологии лакокрасочных материалов |
| 12 | Защитные покрытия для бетонов |
| 13 | Долговечность строительных материалов и изделий |
| 14 | Испытания наноструктурированных материалов |
| 15 | Основы физико-химической механики строительных композитов |
| 16 | Охрана труда при оценке качества материалов |
| 17 | Производственная преддипломная практика |

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки: 5 зач. единиц.

Форма промежуточной аттестации экзамен

(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестр № 8 |
|---|-------------|-------------|
| Общая трудоемкость дисциплины, час | 180 | 180 |
| Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.: | 69 | 69 |
| Лекции | 32 | 32 |
| Лабораторные | | |
| Практические | 32 | 32 |
| групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации ¹ | 5 | 5 |
| Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе: | 111 | 111 |
| Курсовой проект | | |
| Курсовая работа | | |
| Расчетно-графическое задание | 18 | 18 |
| Индивидуальное домашнее задание | | |
| Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия) | 57 | 57 |
| Экзамен | 36 | 36 |

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 4 Семестр 8

| № п/п | Наименование раздела (краткое содержание) | Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час | | | |
|-------|---|---|----------------------|----------------------|--|
| | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям |
| 1 | Общие сведения о бетоне. Основы технологии бетона Общие сведения. Классификация. Материалы для бетона. Бетонная смесь как важный этап структурообразования бетона. Производство бетона. | 2 | 4 | | 5 |
| 2 | Структура бетона. Особенности описания напряженнодеформированного состояния бетона методами механики деформируемого твердого тела Структура бетона и связанные с ней особенности поведения бетона под нагрузкой. Особенности построения расчетной модели бетона в рамках нелинейной механики сплошного деформируемого тела. Трещины в бетоне и связанные с ними свойства. | 4 | 4 | | 7 |
| 3 | Экспериментальные методы исследования поведения бетона под нагрузкой Стандартные испытания бетонных образцов. Кубиковая и призменная прочность. Особенности испытания образцов при сложных напряженных состояниях. Особенности длительных испытаний бетона. Особенности испытаний бетона при повышенных скоростях нагружения. Оценка микротрещинообразования бетона по данным тензометрических измерений 4 6 деформаций. | 4 | 4 | | 7 |
| 4 | Теория прочности бетона Результаты экспериментальных исследований прочности бетона при различных видах напряжённого состояния. Обзор теорий прочности бетона. Вопросы практического использования критериев прочности | 6 | 5 | | 10 |
| 5 | Теория деформаций бетона Результаты экспериментальных исследований деформаций бетона при различных видах напряжённого состояния. Отражение основных закономерностей механики бетона при построении диаграмм. Параметрические точки процесса деформирования. Компоненты полной деформации бетона. Физические соотношения для осевого сжатия и растяжения. Физические соотношения при сложных напряжённых состояниях. | 4 | 5 | | 8 |
| 6 | Теория ползучести бетона Природа ползучести бетона. Мера ползучести бетона. Основные уравнения линейной теории ползучести бетона. Представления о нелинейной теории ползучести бетона. | 6 | 5 | | 10 |
| 7 | Особенности поведения бетона при динамическом | 6 | 5 | | 10 |

| | | | | | |
|--------------|---|----|----|--|----|
| | нагрузении Влияние скорости нагружения на упругопластические свойства бетона, границы микротрещинообразования и деформативные характеристики. Влияние скорости нагружения на прочность. Гипотезы о причинах влияния скорости нагружения на механические свойства бетона. | | | | |
| ВСЕГО | | 32 | 32 | | 57 |

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Тема практического занятия | К-во часов | Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям |
|-------------------|--|--|------------|--|
| семестр №8 | | | | |
| 1 | Общие сведения о бетоне. Основы технологии бетона | Основной закон прочности бетона. Подбор рациональной бетонной смеси. | 4 | 4 |
| 2 | Структура бетона. Особенности описания напряженнодеформированного состояния бетона методами механики деформируемого твердого тела | Макро и микроструктура бетона. Виды и характер развития трещин, их роль в НДС бетона. Истинные и сглаженные напряжения. Масштабный фактор. Дилатация бетона. | 4 | 4 |
| 3 | Экспериментальные методы исследования поведения бетона под нагрузкой | Нормативные способы проведения стандартных испытаний. Опыт экспериментальных исследований в научной практике. Знакомство с содержанием основных нормативов по стандартным испытаниям, методикой обработки результатов испытаний, их корректной интерпретацией. Обзор и анализ различных методик, применяемых при исследовании бетона при силовых воздействиях различной длительности в условиях различных НДС. | 4 | 4 |
| 4 | Теория прочности бетона | Феноменологические теории прочности. Методология построения двухинвариантного критерия прочности на примере критерия прочности Г.А.Гениева. Расчёт на прочность с | 5 | 5 |

| | | | | |
|--------|--|---|----|----|
| | | использованием критерия Г.А.Гениева. | | |
| 5 | Теория деформаций бетона | Аппроксимации диаграмм сжатия (растяжения) бетона. Диаграммы при сложном напряжённом состоянии. Деформативные характеристики в нормах проектирования и перспективные направления в развитии форм записи физических соотношений для бетона. | 5 | 5 |
| 6 | Теория ползучести бетона | Гипотезы линейной теории ползучести бетона. Аналитическая связь между длительно действующими напряжениями и деформациями. Ядро вязкости. Основные уравнения теории линейной ползучести бетона в общем случае напряжённого состояния. Критерий длительности прочности бетона | 5 | 5 |
| 7 | Особенности поведения бетона при динамическом нагружении | Анализ результатов экспериментальных исследований бетона при динамическом воздействии. Коэффициент динамического упрочнения. Бетон при динамическом нагружении в условиях сложных НДС. □ | 5 | 5 |
| ИТОГО: | | | 32 | 32 |
| ВСЕГО: | | | 64 | |

4.3. Содержание лабораторных занятий

Учебным планом не предусмотрено.

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Учебным планом не предусмотрено.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

На выполнение РГЗ предусмотрено 18 часов самостоятельной работы. Конкретизация тематик осуществляется с учетом специфики научной работы студента.

Расчётно-графическая работа выполняется по теме: «Прочность и деформативные характеристики бетона».

В форме графиков-результатов соответствующих экспериментальных исследований заданы:

1. Зависимости прочности бетона при различных видах напряжённого состояния;

2. Диаграммы деформирования для трёхосного сжатия.

Кроме того, задано напряжённое состояние в окрестности точки. Необходимо:

1. Записать двухинвариантный критерий прочности Г.А.Гениева;

2. На основании данного критерия и с учётом заданных графиками прочностных характеристик построить график в осях σ_1 - $3\sigma_3$, определить область, соответствующую области прочности бетона;

3. Проверить прочность бетона в окрестности точки.

4. Определить деформированное состояние в окрестности точки двумя способами:

4.1. Графически, непосредственно используя предложенные диаграммы деформирования;

4.2. Аналитически. Используя диаграммы деформирования определить необходимые деформативные характеристики с последующим вычислением компонентов матрицы податливости. Определить деформативное состояние в окрестности точки с использованием матричной записи физических соотношений, записанных в соответствии с ортотропной моделью бетона

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ПК–2

Способен проводить выбор материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности, долговечности, экономичности и экологических последствий их применения, в том числе с применением методов компьютерного проектирования и моделирования

| Наименование индикатора достижения компетенции | Используемые средства оценивания |
|--|---|
| ПК-2.1 Анализирует состав и структуру материалов | Защита практических работ, защита РГЗ, экзамен, решение практических задач, тестовый контроль |
| ПК-2.2 Использует математическое моделирование при проектировании составов и оценке физико-механических свойств материалов | Защита практических работ, защита РГЗ, экзамен, решение практических задач, тестовый контроль |
| ПК-2.3 Устанавливает связь состава и структуры материалов с их технологическими и эксплуатационными свойствами | Защита практических работ, защита РГЗ, экзамен, решение практических задач, тестовый контроль |
| ПК-2.4 Формулирует требования к физико-механическим и технико-эксплуатационным свойствам материалов на основе анализа условий их использования | Защита практических работ, защита РГЗ, экзамен, решение практических задач, тестовый контроль |
| ПК-2.6 Оценивает надежность, долговечность, экономичность и экологичность материалов и изделий из них | Защита практических работ, защита РГЗ, экзамен, решение практических задач, тестовый контроль |

2 Компетенция ПК–3

Способен организовывать и проводить испытания строительных материалов и изделий

| Наименование индикатора достижения компетенции | Используемые средства оценивания |
|---|---|
| ПК-3.1 Выбирает методики испытаний строительных материалов и изделий | Защита практических работ, защита РГЗ, экзамен, решение практических задач, тестовый контроль |
| ПК-3.2 Выполняет лабораторные операции | Защита практических работ, защита РГЗ, экзамен, решение практических задач, тестовый контроль |
| ПК-3.3 Проводит испытания по контролю показателей качества сырьевых материалов (компонентов) | Защита практических работ, защита РГЗ, экзамен, решение практических задач, тестовый контроль |
| ПК-3.4 Проводит испытания по определению свойств продукции производства строительных материалов и изделий | Защита практических работ, защита РГЗ, экзамен, решение практических задач, тестовый контроль |

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра после завершения изучения дисциплины в форме экзамена.

Экзамен проводится в форме письменного ответа на вопросы билета с последующим собеседованием по тематике вопросов. Вопросы охватывают весь пройденный материал. Студент письменно отвечает на 2 вопроса в билете и устно рассказывает преподавателю основную информацию по тематике вопросов. По

окончании ответа преподаватель может задать студенту дополнительные и уточняющие вопросы. Положительным также будет стремление студента изложить различные точки зрения на рассматриваемую проблему, выразить свое отношение к ней, применить теоретические знания по современным проблемам изучаемого курса.

| Наименование раздела дисциплины | Код компетенции | Содержание вопросов (типовых заданий) |
|--|-----------------|---|
| Общие сведения о бетоне. Основы технологии бетона | ПК-2 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Общие сведения о бетоне. Классификация. 2. Материалы для бетона. 3. Бетонная смесь как важный этап структурообразования бетона. 4. Производство бетона. |
| Структура бетона. Особенности описания напряженнодеформированного состояния бетона методами механики деформируемого твердого тела | ПК-2 | <ol style="list-style-type: none"> 5. Структура бетона и связанные с ней особенности поведения бетона под нагрузкой. 6. Особенности построения расчетной модели бетона в рамках нелинейной механики сплошного деформируемого тела. 7. Трещины в бетоне и связанные с ними свойства. |
| Экспериментальные методы исследования поведения бетона под нагрузкой | ПК-3 | <ol style="list-style-type: none"> 8. Стандартные испытания бетонных образцов. Кубиковая и призмная прочность. 9. Особенности испытания образцов при сложных напряженных состояниях. 10. Особенности длительных испытаний бетона. 11. Особенности испытаний бетона при повышенных скоростях нагружения. 12. Оценка микротрещинообразования бетона по данным тензометрических измерений деформаций. |
| Теория прочности бетона | ПК-2 | <ol style="list-style-type: none"> 13. Результаты экспериментальных исследований прочности бетона при различных видах напряжённого состояния. 14. Обзор теорий прочности бетона. 15. Вопросы практического использования критериев прочности |
| Теория деформаций бетона | ПК-2 | <ol style="list-style-type: none"> 16. Результаты экспериментальных исследований деформаций бетона при различных видах напряжённого состояния. 17. Отражение основных закономерностей механики бетона при построении диаграмм. 18. Параметрические точки процесса деформирования. 19. Компоненты полной деформации бетона. 20. Физические соотношения для осевого сжатия и растяжения. 21. Физические соотношения при сложных напряжённых состояниях. |
| Теория ползучести бетона | ПК-2 | <ol style="list-style-type: none"> 22. Природа ползучести бетона. Мера ползучести бетона. 23. Основные уравнения линейной теории ползучести бетона. 24. Представления о нелинейной теории ползучести бетона. |

| | | |
|--|------|--|
| Особенности поведения бетона при динамическом нагружении | ПК-3 | 25. Влияние скорости нагружения на упругопластические свойства бетона, границы микротрещинообразования и деформативные характеристики. 26. Влияние скорости нагружения на прочность. Гипотезы о причинах влияния скорости нагружения на механические свойства бетона. |
|--|------|--|

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено.

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

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме выполнения и защиты практических работ.

Практические работы. Различные формы практических занятий являются самой емкой частью учебной нагрузки в вузе. Практические занятия - метод репродуктивного обучения, обеспечивающий связь теории и практики, содействующий выработке у студентов умений и навыков применения знаний, полученных на лекции и в ходе самостоятельной работы. Практические занятия представляют собой, как правило, занятия по решению различных прикладных задач, образцы которых были даны на лекциях. В итоге у каждого обучающегося должен быть выработан определенный профессиональный подход к решению каждой задачи и интуиция.

Защита практических работ (практико-ориентированных заданий) проводится в форме собеседования преподавателя со студентом по соответствующим темам. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты практических работ (практико-ориентированных заданий) представлен в таблице.

Практические работы

| № | Тема практической работы | Код компетенции | Контрольные вопросы |
|----|--|-----------------|---|
| 1. | Основной закон прочности бетона. Подбор рациональной бетонной смеси. | ПК-2 | 1. Последовательность состава бетонной смеси 2. Основные компоненты бетонной смеси. |
| 2. | Макро и микроструктура бетона. Виды и характер развития трещин, их роль в НДС бетона. Истинные и сглаженные напряжения. Масштабный фактор. Дилатация бетона. | ПК-2 | 1. Оптимальная структура бетона. 2. Особенности микроструктуры тяжелого/мелкозернистого/легкого бетона. 3. Напряжения в бетоне. |
| 3. | Нормативные способы проведения стандартных испытаний. Опыт экспериментальных исследований в научной практике. Знакомство с | ПК-3 | 1. Нормативные способы проведения стандартных испытаний. 2. Методики, применяемых при |

| № | Тема практической работы | Код компетенции | Контрольные вопросы |
|----|---|-----------------|---|
| | содержанием основных нормативов по стандартным испытаниям, методикой обработки результатов испытаний, их корректной интерпретацией. Обзор и анализ различных методик, применяемых при исследовании бетона при силовых воздействиях различной длительности в условиях различных НДС. | | исследовании бетона при силовых воздействиях различной длительности в условиях различных НДС. 3. Основные нормативы по стандартным испытаниям бетона. |
| 4. | Феноменологические теории прочности. Методология построения двухинвариантного критерия прочности на примере критерия прочности Г.А.Гениева. Расчёт на прочность с использованием критерия Г.А.Гениева. | ПК-2 | 1. Феноменологические теории прочности. 2. Методология построения двухинвариантного критерия прочности на примере критерия прочности Г.А.Гениева. 3. Расчёт на прочность с использованием критерия Г.А.Гениева. |
| 5. | Аппроксимации диаграмм сжатия (растяжения) бетона. Диаграммы при сложном напряжённом состоянии. Деформативные характеристики в нормах проектирования и перспективные направления в развитии форм записи физических соотношений для бетона. | ПК-3 | 1. Деформативные характеристики бетона. 2. Диаграммы сжатия и растяжения бетона. |
| 6. | Гипотезы линейной теории ползучести бетона. Аналитическая связь между длительно действующими напряжениями и деформациями. Ядро вязкости. Основные уравнения теории линейной ползучести бетона в общем случае напряжённого состояния. Критерий длительности прочности бетона | ПК-2 | 1. Гипотезы линейной теории ползучести бетона. 2. Критерий длительности прочности бетона. 3. Долговечность бетона – определение и факторы, от которых зависит. |
| 7. | Анализ результатов экспериментальных исследований бетона при динамическом воздействии. Коэффициент динамического упрочнения. Бетон при динамическом нагружении в условиях сложных НДС. | ПК-3 | 1. Динамические нагрузки в бетоне. 2. Что такое коэффициент динамического упрочнения? |

Примеры типовых практических задач

Компетенция ПК-2. Способен проводить выбор материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности, долговечности, экономичности и экологических последствий их применения, в том числе с применением методов компьютерного проектирования и моделирования

Задание 1. Назовите основные параметры, влияющие на прочность материала и композита.

Компетенция ПК-3. Способен организовывать и проводить испытания строительных материалов и изделий

Задание 2. Опишите влияние скорости нагружения образцов на значение их прочности.

Примеры тестовых заданий

Компетенция ПК-2. Способен проводить выбор материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности, долговечности, экономичности и экологических последствий их применения, в том числе с применением методов компьютерного проектирования и моделирования

1) Прочность, достигаемая при идеальной структуре материала, называется:

- А) теоретическая
- Б) расчетная
- В) проектная
- Г) техническая

Компетенция ПК-3. Способен организовывать и проводить испытания строительных материалов и изделий

2) Процесс постепенного повреждения материала под действием повторяющихся напряжений, приводящих к образованию трещин и разрушений, называется:

- А) усталость
- Б) коррозия
- В) растяжение

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

| Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине | Критерий оценивания |
|--|---|
| Знания | <p>Знать: основы анализа состава и структуры материалов;</p> <p>Знать: алгоритм выполнения действий при математическом моделировании при проектировании составов и оценке физико-механических свойств материалов;</p> <p>Знать: взаимосвязь состава, структуры и свойств материалов;</p> <p>Знать: требования к физико-механическим и технико-эксплуатационным свойствам материалов с учетом условий их использования;</p> <p>Знать: требования к физико-механическим и технико-эксплуатационным свойствам материалов с учетом условий их использования;</p> <p>Знать: методики испытаний строительных материалов и изделий;</p> <p>Знать: требования к проведению лабораторных операций;</p> <p>Знать: требования к показателям качества сырьевых материалов (компонентов);</p> <p>Знать: методики испытаний по определению свойств продукции производства строительных материалов и изделий;</p> |
| Умения | <p>Уметь: анализировать состав и структуру материалов</p> <p>Уметь: использовать математическое моделирование при проектировании составов и оценки физико-механических свойств материалов;</p> <p>Уметь: моделировать состав, структуру и свойства материалов;</p> <p>Уметь: формулировать требования к физико-механическим и технико-эксплуатационным свойствам материалов на основе анализа условий их использования;</p> <p>Уметь: формулировать требования к физико-механическим и технико-эксплуатационным свойствам материалов на основе анализа условий их использования;</p> <p>Уметь: выбирать методики испытаний строительных материалов и изделий;</p> <p>Уметь: выполнять лабораторные операции;</p> <p>Уметь: формулировать требования к физико-механическим и технико-эксплуатационным свойствам материалов на основе анализа условий их использования;</p> <p>Уметь: проводить испытания по определению свойств продукции производства строительных материалов и изделий;</p> |
| Владения | <p>Владеть: навыками анализа состава и структуры материалов</p> <p>Владеть: навыками математического моделирования при проектировании составов и оценки физико-механических свойств материалов</p> <p>Владеть: навыками подбора состава и структуры материала, исходя из заданных технологических и эксплуатационных свойств</p> <p>Владеть: навыками подбора материалов с необходимыми физико-механическими и технико-эксплуатационными свойствами на основе анализа условий их использования</p> <p>Владеть: навыками подбора материалов с необходимыми физико-механическими и технико-эксплуатационными свойствами на основе анализа условий их использования</p> <p>Владеть: навыками использования методик испытаний строительных материалов и изделий</p> <p>Владеть: навыками работы в лаборатории</p> <p>Владеть: навыками контроля показателей качества сырьевых материалов (компонентов)</p> <p>Владеть: навыками определения свойств продукции производства строительных материалов и изделий</p> |

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

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

| Критерий | Уровень освоения и оценка | | | |
|--|---|--|---|---|
| | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Знать: основы анализа состава и структуры материалов; | Не знает основы анализа состава и структуры материалов; | Плохо знает основы анализа состава и структуры материалов; | Знает основы анализа состава и структуры материалов, но допускает неточности; | Знает и самостоятельно применяет основы анализа состава и структуры материалов; |
| Знать: алгоритм выполнения действий при математическом моделировании при проектировании составов и оценке физико-механических свойств материалов; | Не знает алгоритм выполнения действий при математическом моделировании при проектировании составов и оценке физико-механических свойств материалов; | Плохо знает алгоритм выполнения действий при математическом моделировании при проектировании составов и оценке физико-механических свойств материалов; | Знает алгоритм выполнения действий при математическом моделировании при проектировании составов и оценке физико-механических свойств материалов, но допускает неточности; | Знает и самостоятельно применяет алгоритм выполнения действий при математическом моделировании при проектировании составов и оценке физико-механических свойств материалов; |
| Знать: взаимосвязь состава, структуры и свойств материалов; | Не знает взаимосвязь состава, структуры и свойств материалов; | Плохо знает взаимосвязь состава, структуры и свойств материалов; | Знает взаимосвязь состава, структуры и свойств материалов, но допускает неточности, но допускает неточности; | Знает и самостоятельно применяет взаимосвязь состава, структуры и свойств материалов; |
| Знать: требования к физико-механическим и технико-эксплуатационным свойствам материалов с учетом условий их использования; | Не знает требования к физико-механическим и технико-эксплуатационным свойствам материалов с учетом условий их использования; | Плохо знает требования к физико-механическим и технико-эксплуатационным свойствам материалов с учетом условий их использования; | Знает требования к физико-механическим и технико-эксплуатационным свойствам материалов с учетом условий их использования, но допускает неточности; | Знает и самостоятельно применяет требования к физико-механическим и технико-эксплуатационным свойствам материалов с учетом условий их использования; |
| Знать: требования к физико-механическим и технико-эксплуатационным свойствам материалов с учетом условий их использования; | Не знает требования к физико-механическим и технико-эксплуатационным свойствам материалов с учетом условий их использования; | Плохо знает требования к физико-механическим и технико-эксплуатационным свойствам материалов с учетом условий их использования; | Знает требования к физико-механическим и технико-эксплуатационным свойствам материалов с учетом условий их использования, но допускает неточности; | Знает и самостоятельно применяет требования к физико-механическим и технико-эксплуатационным свойствам материалов с учетом условий их использования; |

| | | | | |
|---|--|---|--|--|
| | | | | использования; |
| Знать: методики испытаний строительных материалов и изделий; | Не знает методики испытаний строительных материалов и изделий; | Плохо знает методики испытаний строительных материалов и изделий; | Знает методики испытаний строительных материалов и изделий, но допускает неточности; | Знает и самостоятельно применяет методики испытаний строительных материалов и изделий; |
| Знать: требования к проведению лабораторных операций; | Не знает требования к проведению лабораторных операций; | Знать: требования к проведению лабораторных операций; | Знает требования к проведению лабораторных операций, но допускает неточности; | Знает и самостоятельно применяет требования к проведению лабораторных операций; |
| Знать: требования к показателям качества сырьевых материалов (компонентов); | Не знает требования к показателям качества сырьевых материалов (компонентов); | Плохо знает требования к показателям качества сырьевых материалов (компонентов); | Знает требования к показателям качества сырьевых материалов (компонентов) , но допускает неточности; | Знает и самостоятельно применяет требования к показателям качества сырьевых материалов (компонентов); |
| Знать: методики испытаний по определению свойств продукции производства строительных материалов и изделий; | Не знает методики испытаний по определению свойств продукции производства строительных материалов и изделий; | Плохо знает методики испытаний по определению свойств продукции производства строительных материалов и изделий; | Знает методики испытаний по определению свойств продукции производства строительных материалов и изделий, но допускает неточности; | Знает и самостоятельно применяет методики испытаний по определению свойств продукции производства строительных материалов и изделий; |

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

| Критерий | Уровень освоения и оценка | | | |
|--|---|--|---|---|
| | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Уметь: анализировать состав и структуру материалов | Не умеет анализировать состав и структуру материалов | Плохо умеет анализировать состав и структуру материалов | Умеет анализировать состав и структуру материалов, но допускает неточности; | Умеет самостоятельно анализировать состав и структуру материалов |
| Уметь: использовать математическое моделирование при проектировании составов и оценки физико-механических свойств материалов; | Не умеет использовать математическое моделирование при проектировании составов и оценки физико-механических свойств материалов; | Плохо умеет использовать математическое моделирование при проектировании составов и оценки физико-механических свойств материалов; | Умеет использовать математическое моделирование при проектировании составов и оценки физико-механических свойств материалов, но допускает неточности; | Умеет самостоятельно использовать математическое моделирование при проектировании составов и оценки физико-механических свойств материалов; |

| | | | | |
|--|---|--|---|---|
| использования; | использования; | использования; | использования, но допускает неточности; | условий их использования; |
| Уметь: проводить испытания по определению свойств продукции производства строительных материалов и изделий; | Не умеет проводить испытания по определению свойств продукции производства строительных материалов и изделий; | Плохо умеет проводить испытания по определению свойств продукции производства строительных материалов и изделий; | Умеет проводить испытания по определению свойств продукции производства строительных материалов и изделий, но допускает неточности; | Умеет самостоятельно проводить испытания по определению свойств продукции производства строительных материалов и изделий; |

Оценка сформированности компетенций по показателю Владения.

| Критерий | Уровень освоения и оценка | | | |
|--|---|--|---|---|
| | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Владеть: навыками анализа состава и структуры материалов | Не владеет навыками анализа состава и структуры материалов | Плохо владеет навыками анализа состава и структуры материалов | Владеет навыками анализа состава и структуры материалов, но допускает неточности | Уверенно владеет навыками анализа состава и структуры материалов |
| Владеть: навыками математического моделирования при проектировании составов и оценки физико-механических свойств материалов | Не владеет навыками математического моделирования при проектировании составов и оценки физико-механических свойств материалов | Плохо владеет навыками математического моделирования при проектировании составов и оценки физико-механических свойств материалов | Владеет навыками математического моделирования при проектировании составов и оценки физико-механических свойств материалов, но допускает неточности | Уверенно владеет навыками математического моделирования при проектировании составов и оценки физико-механических свойств материалов |
| Владеть: навыками подбора состава и структуры материала, исходя из заданных технологических и эксплуатационных свойств | Не владеет навыками подбора состава и структуры материала, исходя из заданных технологических и эксплуатационных свойств | Плохо владеет навыками подбора состава и структуры материала, исходя из заданных технологических и эксплуатационных свойств | Владеет навыками подбора состава и структуры материала, исходя из заданных технологических и эксплуатационных свойств, но допускает неточности | Уверенно владеет навыками подбора состава и структуры материала, исходя из заданных технологических и эксплуатационных свойств |
| Владеть: навыками подбора материалов с необходимыми физико-механическими и технико-эксплуатационным и свойствами на основе анализа условий их использования | Не владеет навыками подбора материалов с необходимыми физико-механическими и технико-эксплуатационным и свойствами на основе анализа условий их использования | Плохо владеет навыками подбора материалов с необходимыми физико-механическими и технико-эксплуатационным и свойствами на основе анализа условий их использования | Владеет навыками подбора материалов с необходимыми физико-механическими и технико-эксплуатационным и свойствами на основе анализа, но допускает неточности условий их | Уверенно владеет навыками подбора материалов с необходимыми физико-механическими и технико-эксплуатационным и свойствами на основе анализа условий их использования |

| | | | | |
|---|---|--|---|---|
| | | | использования, но допускает неточности | |
| Владеть: навыками подбора материалов с необходимыми физико-механическими и технико-эксплуатационным и свойствами на основе анализа условий их использования | Не владеет навыками подбора материалов с необходимыми физико-механическими и технико-эксплуатационным и свойствами на основе анализа условий их использования | Плохо владеет навыками подбора материалов с необходимыми физико-механическими и технико-эксплуатационным и свойствами на основе анализа условий их использования | Владеет навыками подбора материалов с необходимыми физико-механическими и технико-эксплуатационным и свойствами на основе анализа условий их использования, но допускает неточности | Уверенно владеет навыками подбора материалов с необходимыми физико-механическими и технико-эксплуатационным и свойствами на основе анализа условий их использования |
| Владеть: навыками использования методик испытаний строительных материалов и изделий | Не владеет навыками использования методик испытаний строительных материалов и изделий | Плохо владеет навыками использования методик испытаний строительных материалов и изделий | Владеет навыками использования методик испытаний строительных материалов и изделий, но допускает неточности | Уверенно владеет навыками использования методик испытаний строительных материалов и изделий |
| Владеть: навыками работы в лаборатории | Не владеет навыками работы в лаборатории | Плохо владеет навыками работы в лаборатории | Владеет навыками работы в лаборатории, но допускает неточности | Уверенно владеет навыками работы в лаборатории |
| Владеть: навыками контроля показателей качества сырьевых материалов (компонентов) | Не владеет навыками контроля показателей качества сырьевых материалов (компонентов) | Плохо владеет навыками контроля показателей качества сырьевых материалов (компонентов) | Владеет навыками контроля показателей качества сырьевых материалов (компонентов), но допускает неточности | Уверенно владеет навыками контроля показателей качества сырьевых материалов (компонентов) |
| Владеть: навыками определения свойств продукции производства строительных материалов и изделий | Не владеет навыками определения свойств продукции производства строительных материалов и изделий | Плохо владеет навыками определения свойств продукции производства строительных материалов и изделий | Владеет навыками определения свойств продукции производства строительных материалов и изделий, но допускает неточности | Уверенно владеет навыками определения свойств продукции производства строительных материалов и изделий |

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

| № | Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы |
|----|---|--|
| 1. | Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы | Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук, компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду |
| 2. | Учебная аудитория Опытно-промышленный участок НИИ «Наносистемы в строительном материаловедении» | Комплекс оборудования для получения образцов материалов: Шаровая мельница РМШ-200, объем 200 л, Валковая мельница с барабанами на 2, 4 и 6 литров. Набор форм-балочек 4*4*16 см Виброплощадка СМЖ Верхнеприводное перемешивающее устройство ПЭ-8300 Электронные весы Adventurer. Грохот вибрационный Гр 30. Предназначен для сухого отсева в непрерывном режиме сыпучих материалов на ряд фракций по различным классам крупности частиц Испытательный пресс гидравлический ПГМ 100 - предназначен для визуально контролируемого статического испытания образцов строительных материалов Растворосмеситель лабораторный Matest E095 с подачей песка. Электронные весы Adventurer. |
| 3. | Учебная аудитория Лаборатория синтеза и исследований высокомолекулярных систем | Комплекс оборудования для синтеза наносистем и наноматериалов: Реактор Minni-100-05 Аналитические весы АВ-60-01. Центрифуга лабораторная Liston C2205 Спектрофотометр LEKI SS-1207 – для качественного и количественного анализа частиц размером 100-1000нм по оптической плотности коллоидных растворов. Перемешивающее устройство с подогревом Loip LS-110 |
| 4. | Центр высоких технологий | Комплекс аналитического оборудования для исследования наносистем и наноматериалов: Лазерный анализатор размеров частиц ANALYSETTE 22 Сканирующий электронный микроскоп высокого разрешения TESCAN MIRA 3 LMU Рентгенофлуоресцентный спектрометр |

| | | |
|----|---|--|
| | | серии ARL 9900 WorkStation со встроенной системой дефракции Фурье-ИК-спектрометр VERTEX 70 |
| 5. | Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы | Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду |
| 6. | Методический кабинет | Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук |

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

| № | Перечень лицензионного программного обеспечения. | Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|---|
| 1 | 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 |
| 2 | Microsoft Office Professional Plus 2016 | Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. (Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023) |
| 3 | 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 19.08.2022г. |
| 4 | Google Chrome | Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения |
| 5 | Mozilla Firefox | Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения |
| 6 | Программное обеспечение для расшифровки результатов съемки образцов для рентгено-фазового анализа «DIFWIN 1» или аналог | Локальная сеть БГТУ им. В.Г. Шухова |
| 7 | Программа для проведения дифракционного анализа материалов на основе баз данных PDF – Crystallographica Search-Match | Локальная сеть БГТУ им. В.Г. Шухова |
| 8 | Программное обеспечение TESCAN Essence для исследования структурных характеристик материалов | Доступ в лаборатории растровой электронной микроскопии ЦВТ БГТУ им. В.Г. Шухова |
| 9 | Sigma Plot или аналог | Локальная сеть БГТУ им. В.Г. Шухова |

Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Кириленко, А.М. Диагностика железобетонных конструкций и сооружений: научное издание / А.М. Кириленко; [рец.: Ю.С. Кунин, В.И. Шейнин]; ЗАО "Триада-Холдинг". – Москва: Архитектура – С, 2013. – 367 с.
2. Шишмарев, В.Ю. Технические измерения и приборы: учебник для вузов / В.Ю. Шишмарев. – 2-е изд., испр. – Москва: Академия, 2012. – 384 с.
3. Калинин, В.М. Обследование и испытание конструкций зданий и сооружений: учебник для студентов средних специальных заведений, обучающихся по специальности 2902 "Строительство и эксплуатация зданий и сооружений" / В.М. Калинин, С.Д. Сокова, А.Н. Топилин. – Москва: ИНФРА-М, 2013. – 336 с.
4. Атаров, Н.М. Соппротивление материалов в примерах и задачах: учебное пособие для вузов / Н.М. Атаров; [рец.: Н.Н. Атаров]. – Москва: ИНФРА-М, 2011. – 406 с.
5. Бахвалов, Н.С. Численные методы: учебное пособие для вузов / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков; Московский государственный ун-т им. М.В. Ломоносова. – 7-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 636 с.
6. Шапошников, Н.Н. Представление инвариантных материалов функциями ползучести и релаксации: монография / Н.Н. Шапошников, В.Г. Куликов, Н.А. Горяев; Моск. гос. строит. ун-т. – М.: МГСУ, 2011. – 118 с.

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

1. Электронно-библиотечная система «Лань». – режим доступа: <https://e.lanbook.com/>
2. Электронно-библиотечная система IPR BOOKS – режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>
3. Научно-техническая библиотека БГТУ им. В.Г. Шухова – режим доступа: <http://ntb.bstu.ru/resource>
4. Научная электронная библиотека Elibrary – режим доступа: <http://elibrary.ru/>