

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета строительного  
наименование факультета  
/ Д.В. Панфилов /  
И.О. Фамилия  
подпись  
31 августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
дисциплины (модуля)

«Диагностика, испытание и усиление строительных конструкций»  
наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки 08.04.01 Строительство  
код и наименование направления подготовки/специальности  
Программа Проектирование, изготовление и диагностика металлических конструкций зданий и сооружений  
название профиля/программы  
Квалификация выпускника магистр  
Нормативный период обучения 2 года / - / 2 года 4 месяца  
Очная/очно-заочная/заочная (при наличии)  
Форма обучения Очная/заочная  
Год начала подготовки 2021 г.

Автор(ы) программы А.А. Свентиков  
подпись  
Заведующий кафедрой А.А. Свентиков  
Металлических и деревянных конструкций  
наименование кафедры, реализующей дисциплину  
подпись  
Руководитель ОПОП А.С. Орлов  
подпись

Воронеж 2021

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1.1. Цели дисциплины**

Подготовка магистра, знающего принципы и методы диагностики строительных конструкций, умеющего классифицировать и выявлять причины возникновения в них дефектов или повреждений, принимать решения по перспективе возможности дальнейшей эксплуатации.

### **1.2. Задачи освоения дисциплины**

- овладение принципами и методикой обследования технического состояния строительных конструкций конкретных видов;
- получение навыков выявления причин возникновения конкретных дефектов или повреждений различных элементов конструкций;
- обоснование степени опасности выявленных дефектов или повреждений;
- обоснование технического состояния и остаточного ресурса строительных объектов;
- составление итоговой документации по результатам диагностики строительных конструкций;
- овладение методами восстановления и усиления конкретных элементов строительных конструкций.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП**

Дисциплина «Диагностика, испытание и усиление строительных конструкций» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

## **3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Процесс изучения дисциплины «Диагностика, испытание и усиление строительных конструкций» направлен на формирование следующих компетенций:

УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

ПК-3 - Способен осуществлять организацию работы проектного подразделения по подготовке раздела проектной документации на МК зданий и сооружений

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>
УК-1	знать факторы, причинно-следственные связи, роли элементов системы в развитии проблемной ситуации, методы её разрешения с учетом имеющихся ограничений.

	уметь формулировать и изучать проблемную ситуацию, находить и критически анализировать информацию о ней.
	владеть стратегией разрешения и прогнозирования развития проблемной ситуации на основе априорной информации.
ПК-3	Знает требования законодательства РФ и нормативно-технической документации в строительстве, в том числе ведомственной по проектированию зданий и сооружений из МК, методику проектирования строительных МК.
	Умеет проверять соответственно разрабатываемых проектов и технической документации требованиям нормативных документов.
	Владеет средствами автоматизированного проектирования МК

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Диагностика, испытание и усиление строительных конструкций» составляет 4 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		3
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	54	54
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	36	36
<b>Самостоятельная работа</b>	90	90
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

**заочная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		4
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	16	16
В том числе:		
Лекции	6	6
Практические занятия (ПЗ)	10	10
<b>Самостоятельная работа</b>	124	124
Часы на контроль	4	4

Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

#### очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Правила проведения обследования технического состояния зданий и сооружений.	Организации, проводящие обследование технического состояния зданий и сооружений. Требования к организациям. Первое и последующие обследования зданий и сооружений. Результаты обследования технического состояния зданий и сооружений. Заключение по итогам проведенного обследования технического состояния зданий и сооружений.	2	3	9	14
2	Правила проведения мониторинга технического состояния зданий и сооружений.	Организации, проводящие мониторинг технического состояния зданий и сооружений. Требования к организациям. Мониторинг технического состояния зданий и сооружений. Результаты мониторинга технического состояния зданий и сооружений. Заключение по итогам проведенного мониторинга технического состояния зданий и сооружений.	2	3	9	14
3	Составление итогового документа по результатам диагностики.	Акт о техническом состоянии конструкций зданий и сооружений. Заключение о техническом состоянии конструкций зданий и сооружений. Отчет о техническом состоянии конструкций зданий и сооружений.	2	3	9	14
4	Причины возникновения дефектов и повреждений.	Дефекты и повреждения. Дефекты элементов строительных конструкций. Повреждения элементов строительных конструкций. Причины, вызывающие дефекты и повреждения. Категории опасности дефектов и повреждений. Оценка технического состояния, степень повреждения, категория технического состояния. Виды технического состояния строительных конструкций. Физический и моральный износ. Правила оценки физического износа.	2	3	9	14
5	Методы и средства измерения линейных перемещений и деформаций.	Простейшие прогибомеры. Прогибомер Максимова, прогибомер Аистова. Контактные прогибомеры. Рычажный тензометр Гугенберга. Электромеханический тензометр Аистова. Физические основы электротензометрии. Конструкции тензорезисторов. Регистрирующая аппаратура в электротензометрии. Тарирование тензорезисторов. Достоинства и недостатки метода электротензометрии.	2	4	9	15
6	Контроль прочности бетона неразрушающими механическими методами	Характеристика методов неразрушающего контроля. Нахождение класса прочности бетона. Молоток Физделя, молоток Кашкарова, молоток Шмидта. Пружинный	2	4	9	15

		молоток. Склерометр. Метод ударного импульса. Метод отрыва. Метод скалывания ребра. Метод отрыва со скалыванием.				
7	Ультразвуковой импульсный метод контроля качества бетона и других материалов	Краткие сведения из теории. Пьезоэлектрический преобразователь. Определение динамического модуля упругости строительных материалов ультразвуковым импульсным методом. Определение прочности бетона ультразвуковым импульсным методом. Ультразвуковая дефектоскопия бетона: методика, назначение, условия применения. Метод сквозного прозвучивания. Метод поверхностного прозвучивания (продольного профилирования).	2	4	9	15
8	Магнитный метод определения толщины защитного слоя бетона и расположения арматуры	Основы метода, принцип действия измерителя защитного слоя. Определение одновременно двух неизвестных: толщины защитного слоя бетона и диаметра арматуры.	2	4	9	15
9	Контроль предварительного натяжения арматуры	Классификация методов измерения силы натяжения арматуры. Измерения методом поперечной оттяжки арматуры. Частотный метод измерения.	2	4	8	14
10	Усиление строительных конструкций.	Общие принципы усиления строительных конструкций. Усиление каменных конструкций. Усиление железобетонных конструкций. Усиление деревянных конструкций. Усиление металлических конструкций.	-	4	10	14
<b>Итого</b>			<b>18</b>	<b>36</b>	<b>90</b>	<b>144</b>

### заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Правила проведения обследования технического состояния зданий и сооружений.	Организации, проводящие обследование технического состояния зданий и сооружений. Требования к организациям. Первое и последующие обследование зданий и сооружений. Результаты обследования технического состояния зданий и сооружений. Заключение по итогам проведенного обследования технического состояния зданий и сооружений.	2	-	12	14
2	Правила проведения мониторинга технического состояния зданий и сооружений.	Организации, проводящие мониторинг технического состояния зданий и сооружений. Требования к организациям. Мониторинга технического состояния зданий и сооружений. Результаты мониторинга технического состояния зданий и сооружений. Заключение по итогам проведенного мониторинга технического состояния зданий и сооружений.	2	-	12	14
3	Составление итогового документа по результатам диагностики.	Акт о техническом состоянии конструкций зданий и сооружений. Заключение о техническом состоянии конструкций зданий и сооружений. Отчет о техническом состоянии конструкций зданий и сооружений.	2	-	12	14
4	Причины возникновения дефектов и повреждений.	Дефекты и повреждения. Дефекты элементов строительных конструкций. Повреждения элементов строительных конструкций. Причины, вызывающие дефекты и повреждения. Категории опасности дефектов и повреждений. Оценка технического состояния, степень	-	-	12	12

		повреждения, категория технического состояния. Виды технического состояния строительных конструкций. Физический и моральный износ. Правила оценки физического износа.				
5	Методы и средства измерения линейных перемещений и деформаций.	Простейшие прогибомеры. Прогибомер Максимова, прогибомер Аистова. Контактные прогибомеры. Рычажный тензомер Гугенбергера. Электромеханический тензомер Аистова. Физические основы электротензометрии. Конструкции тензорезисторов. Регистрирующая аппаратура в электротензометрии. Тарирование тензорезисторов. Достоинства и недостатки метода электротензометрии.	-	-	12	12
6	Контроль прочности бетона неразрушающими механическими методами	Характеристика методов неразрушающего контроля. Нахождение класса прочности бетона. Молоток Физделя, молоток Кашкарова, молоток Шмидта. Пружинный молоток. Склерометр. Метод ударного импульса. Метод отрыва. Метод скалывания ребра. Метод отрыва со скалыванием.	-	2	12	14
7	Ультразвуковой импульсный метод контроля качества бетона и других материалов	Краткие сведения из теории. Пьезоэлектрический преобразователь. Определение динамического модуля упругости строительных материалов ультразвуковым импульсным методом. Определение прочности бетона ультразвуковым импульсным методом. Ультразвуковая дефектоскопия бетона: методика, назначение, условия применения. Метод сквозного прозвучивания. Метод поверхностного прозвучивания (продольного профилирования).	-	2	12	14
8	Магнитный метод определения толщины защитного слоя бетона и расположения арматуры	Основы метода, принцип действия измерителя защитного слоя. Определение одновременно двух неизвестных: толщины защитного слоя бетона и диаметра арматуры.	-	2	12	14
9	Контроль предварительного натяжения арматуры	Классификация методов измерения силы натяжения арматуры. Измерения методом поперечной оттяжки арматуры. Частотный метод измерения.	-	2	12	14
10	Усиление строительных конструкций.	Общие принципы усиления строительных конструкций. Усиление каменных конструкций. Усиление железобетонных конструкций. Усиление деревянных конструкций. Усиление металлических конструкций.	-	2	16	18
<b>Итого</b>			<b>6</b>	<b>10</b>	<b>124</b>	<b>140</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

#### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
УК-1	знать факторы, причинно-следственные связи, роли элементов системы в развитии проблемной ситуации, методы её разрешения с учетом имеющихся ограничений.	Работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь формулировать и изучать проблемную ситуацию, находить и критически анализировать информацию о ней.	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть стратегией разрешения и прогнозирования развития проблемной ситуации на основе априорной информации.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-3	Знает требования законодательства РФ и нормативно-технической документации в строительстве, в том числе ведомственной по проектированию зданий и сооружений из МК, методику проектирования строительных МК.	Работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Умеет проверять соответственно соответствию разрабатываемых проектов и технической документации требованиям нормативных документов.	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеет средствами автоматизированного проектирования МК	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

#### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 3 семестре для очной формы обучения, 4 семестре для заочной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
УК-1	знать факторы, причинно-следственные связи, роли элементов системы в развитии проблемной ситуации, методы её разрешения с учетом имеющихся ограничений.	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь формулировать и изучать проблемную ситуацию, находить и критически анализировать информацию о ней.	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения задач	Задачи не решены
	владеть стратегией разрешения и прогнозирования развития проблемной ситуации на основе априорной информации.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения задач	Задачи не решены
ПК-3	Знает требования законодательства РФ и нормативно-технической документации в строительстве, в том числе ведомственной по проектированию зданий и сооружений из МК, методику проектирования строительных МК.	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Умеет проверять соответственно разрабатываемых проектов и технической документации требованиям нормативных документов.	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения задач	Задачи не решены
	Владеет средствами автоматизированного проектирования МК	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения задач	Задачи не решены

**7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)**

**7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию**

- 1. Одной из основных целей обследования строительных конструкций является:**
  - 1) выявление соответствия между фактическими и проектными параметрами несущих элементов;
  - 2) составление ведомости дефектов и повреждений;
  - 3) оценка технического состояния;
  - 4) установление категории опасности дефектов или повреждений.
- 2. Для оценки степени опасности дефектов и повреждений принято:**



- 1) две категории – I или II;
- 3) три уровня: повышенный, нормальный, пониженный;
- 3) три категории – А, Б или В;
- 4) пять категорий – 1, 2, 3, 4 или 5.

**3. Техническое состояние несущих конструкций может быть оценено как:**

- 1) удовлетворительное;
- 2) ограниченно работоспособное;
- 3) условно работоспособное;
- 4) неприемлемое.

**4. Отклонение основных эксплуатационных показателей от современного уровня технических требований эксплуатации зданий и сооружений оценивается как:**

- 1) физический износ;
- 2) психологический износ;
- 3) моральный износ;
- 4) нравственный износ.

**5. Какие приборы используются для измерения линейных перемещений?**

- 1) прогибомеры;
- 2) тензометры;
- 3) денсиметры;
- 4) склерометры.

**6. Что такое тензорезистор?**

- 1) электрический датчик напряжения;
- 2) проволочный датчик сопротивления;
- 3) пластинчатый датчик деформации;
- 4) оптоволоконный датчик деформации.

**7. Что представляет собой тарировочный коэффициент в методе электротензометрии?**

- 1) отношение требуемого значения деформации к истинному по данным метода электротензометрии;
- 2) отношение истинного значения деформации к измеренному методом электротензометрии;
- 3) отношение измеренного методом электротензометрии значения деформации к тензочувствительности измерительного прибора;
- 4) отношение коэффициента вариации к тензочувствительности прибора.

**8. Неразрушающий механический метод пластической деформации реализован в приборе:**

- 1) пружинный молоток;
- 2) склерометр;
- 3) акселерометр;
- 4) тензометр.

**9. Неразрушающий механический метод пластической деформации основан на зависимости:**

- 1) между прочностью бетона и диаметром арматуры;
- 2) между прочностью бетона и диаметром отпечатка на нем;
- 3) между прочностью бетона и величиной смещения стрелки;
- 4) между прочностью бетона и величиной отскока бойка.

**10. Неразрушающий механический метод упругого отскока реализован в приборе:**

- 1) молоток Ньютона;
- 2) молоток Шмитда;
- 3) молоток Максвелла;
- 4) молоток Физделя.

## 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. **Эталонный стержень молотка Кашкарова имеет диаметр:**
  - 1) 8 или 10 мм;
  - 2) 10 или 12 мм;
  - 3) 10 мм;
  - 4) 12 мм.
2. **Точность измерения перемещений прогибомером ПМ-3 конструкции Максимова составляет:**
  - 1) 0,1 мм;
  - 2) 1 мм;
  - 3) 0,01 мм;
  - 4) 0,001мм.
3. **Материал проволоки тензорезисторов служит сплав, обладающий:**
  - 1) высокой температурой плавления;
  - 2) низкой температурой плавления;
  - 3) низким электрическим сопротивлением;
  - 4) высокой температурной стабильностью и большим удельным электрическим сопротивлением.
4. **Прогиб стальной планки высотой  $h=6$  мм, пролетом  $l=200$  мм составляет 1,5 мм. Чему равна теоретическая деформация?**
  - 1) 0,0009;
  - 2) 0,0003;
  - 3) 0,0006;
  - 4) 0,0004.
5. **Партия тензорезисторов бракуется если:**
  - 1) коэффициент вариации более 5%;
  - 2) коэффициент вариации менее 5%;
  - 3) коэффициент вариации более 2%;
  - 4) коэффициент вариации менее 2%.
6. **За диаметр отпечатка на эталонном стержне молотка Кашкарова принимают:**
  - 1) среднее значение двух взаимно перпендикулярных измерений;
  - 2) максимальное значение из двух измерений;
  - 3) разницу между максимальным и минимальным значением двух измерений;
  - 4) минимальное значение из двух измерений.
7. **Поверку склерометра ОМП-1 проводят:**
  - 1) после 10000 ударов;
  - 2) после 1000 ударов;
  - 3) после 20000 ударов, но не реже чем раз в полгода;
  - 4) после 10000 ударов, но не реже чем раз в год.
8. **Ультразвуковые волны имеют частоту:**
  - 1) до 20 Гц;

- 2) от 20 Гц до 20 кГц;
- 3) от 20 кГц до 1 ГГц;
- 4) свыше 1 ГГц.

9. Чему равна скорость ультразвука, если время прохождения  $t$  на участке длиной  $l=214$  мм составило 54,4 мкс?

- 1) 3930 м/с;
- 2) 3,93 м/с;
- 3) 236 м/с;
- 4)  $3,93 \times 10^{-3}$  м/с.

10. Точность измерения деформаций тензOMETром Аистова равна:

- 1)  $10^{-3}$  мм;
- 2)  $10^{-2}$  мм;
- 3)  $10^{-4}$  мм;
- 4)  $10^{-1}$  мм.

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

#### Задача 1

При испытании элемента фермы, выполненного из парных уголков, со шкалы тензOMETра Гугенбергера были получены следующие значения:

До загрузки	При нагрузке	После разгрузки	Уголок, площадь сечения, см <sup>2</sup>
13	35	14	L 75×5      A=7,39

Найти усилие в составном стержневом элементе фермы.

Модуль упругости стали  $E=2,06 \times 10^5$  МПа.

#### Задача 2

При испытании элемента фермы, выполненного из парных уголков, со шкалы тензOMETра Аистова были получены следующие значения:

До загрузки	При нагрузке	После разгрузки	Уголок, площадь сечения, см <sup>2</sup>
27	77	29	L 75×6      A=8,78

Найти усилие в составном стержневом элементе фермы.

Модуль упругости стали  $E=2,06 \times 10^5$  МПа.

#### Задача 3

При тарировании партии из 5 тензодатчиков был создан прогиб  $f$ . Со шкалы прибора АИД-1М сняты следующие показания:

№ датчика	До загрузки	При нагрузке	После разгрузки	$f$ , мм

1	201	267	203	1,5
2	238	391	341	
3	247	299	250	
4	531	589	535	
5	181	233	183	
6	690	741	692	

1. Проверить пригодность партии датчиков.
2. Найти значение тарировочного коэффициента.
3. Определить величину доверительного интервала для среднего значения деформации с обеспеченностью 90% и 95%.

#### **Задача 4**

В результате испытания бетона молотком К.П.Кашкарова было произведено 6 ударов. Диаметры отпечатков на бетоне и соответствующих им отпечатков на эталонном стержне оказались равными:

№ удара	1	2	3	4	5	6
$d_B$	5,7	6,7	6,3	6,8	5,9	5,1
$d_Э$	2,4	2,7	2,5	2,7	2,5	2,1

1. Определить класс прочности бетона.
2. Определить величину доверительного интервала для найденной прочности бетона с обеспеченностью 90% и 95%.

#### **Задача 5**

В результате испытания бетона склерометром было произведено 10 ударов при их горизонтальной направленности. Величины отскоков бойка приняли следующие значения:

№ удара	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$h$ , мм	27	24	29	26	29	28	23	25	27	30

1. Определить класс прочности бетона.
2. Определить величину доверительного интервала для найденной прочности бетона с обеспеченностью 90% и 95%.

#### **Задача 6**

В результате испытания бетона пружинным молотком ПМ-2 было произведено 5 ударов. Диаметры отпечатков измерялись с помощью углового масштаба (см. рис.4.3 «Методы и средства испытаний при обследовании зданий и сооружений»:

Лабораторный практикум. – Воронеж, ВГАСУ, 2006 г). При этом окружности отпечатков касались внутренних граней линеек на следующих делениях:

№ удара	1	2	3	4	5
Деление касания, мм	147	142	144	149	143

1. Определить класс прочности бетона.
2. Определить величину доверительного интервала для найденной прочности бетона с обеспеченностью 90% и 95%.

### Задача 7

При измерении величины предварительного натяжения арматурного стержня частотным методом со шкал прибора ИПН-7 были сняты следующие показания:

№ замера	Показания шкал	
	левой	правой
1	1	93
2	1	95
3	1	92
4	2	03
5	2	07

Найти усилие (в кН) натяжения арматурного стержня диаметром 6 мм, если его свободная длина составляет 3 м.

### Задача 8

При испытании элемента фермы, выполненного из парных уголков, со шкалы тензометра Гугенбергера были получены следующие значения:

До загрузки	При нагрузке	После разгрузки	Уголок, площадь сечения, см <sup>2</sup>
13	35	14	L 75×5 A=7,39

Найти напряжение в составном стержневом элементе фермы.  
Модуль упругости стали  $E=2,06 \times 10^5$  МПа.

### Задача 9

Определить динамический модуль упругости материала. Размеры образца 70x70x214 мм; плотность  $\rho=2,4 \times 10^3$  кг/м<sup>3</sup>; время прохождения ультразвука  $t=54,4$  мкс.

### Задача 10

При испытании элемента фермы, выполненного из парных уголков, со шкалы тензометра Аистова были получены следующие значения:

До загрузки	При нагрузке	После разгрузки	Уголок, площадь сечения, см <sup>2</sup>
27	77	29	L 75×6 A=8,78

Найти напряжение в составном стержневом элементе фермы.  
Модуль упругости стали  $E=2,06 \times 10^5$  МПа.

#### **7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

1. Классификация дефектов, повреждений и видов технического состояния.
2. Принципы и методы измерения перемещений элементов конструкций.
3. Методы измерения деформации в элементах строительных конструкций.
4. Принципы и механические методы неразрушающего контроля прочности бетона.
5. Применение акустических методов при обследовании строительных конструкций.
6. Методы и приборное обеспечение для контроля натяжения стальной арматуры и канатов.
7. Экспериментальные методы определения степени армирования железобетонных конструкций.
8. Тепловизионные технологии при обследовании строительных конструкций.
9. Основные положения и правила обследования строительных конструкций.
10. Правила обследования технического состояния бетонных и железобетонных конструкций.
11. Правила обследования технического состояния каменных конструкций.
12. Правила обследования технического состояния стальных конструкций.
13. Правила обследования технического состояния деревянных конструкций.
14. Задачи и виды мониторинга технического состояния зданий и сооружений.
15. Оформление заключений по обследованию технического состояния.
16. Оформление заключений по мониторингу технического состояния.
17. Оформление паспортов, заполняемых при обследовании и мониторингу технического состояния зданий и сооружений.
18. Классификация и причины возникновения дефектов и повреждений в фундаментах мелкого заложения.
19. Классификация и причины возникновения дефектов и повреждений в железобетонных конструкциях.
20. Классификация и причины возникновения дефектов и повреждений в металлических конструкциях.
21. Классификация и причины возникновения дефектов и повреждений в каменных конструкциях.

22. Классификация причин, вызывающих необходимость усиления строительных конструкций.
23. Классификация способов усиления строительных конструкций.
24. Контроль геометрических и прочностных параметров элементов железобетонных конструкций, в том числе с учетом дефектов и повреждений.
25. Варианты усиления железобетонных колонн.
26. Варианты усиления железобетонных балок и ригелей.
27. Варианты усиления железобетонных многопустотных и ребристых плит покрытий и перекрытий.
28. Варианты усиления железобетонных стеновых панелей.
29. Контроль геометрических и прочностных параметров элементов каменных конструкций, в том числе с учетом дефектов и повреждений.
30. Варианты усиления кирпичных стен и простенков.
31. Варианты усиления кирпичных столбов.
32. Варианты усиления кирпичных перемычек и перекрытий.
33. Устройство проемов в несущих каменных стенах.
34. Варианты усиления кирпичных стен, простенков, столбов, перемычек и перекрытий. Устройство проемов в несущих каменных стенах.
35. Оценка технического состояния эксплуатируемых металлических конструкций: качество материалов и соединений; назначение расчетных сопротивлений; определений нагрузок и воздействий; поверочный расчет.
36. Основы поверочного расчета сжатых стержней фермы из парных уголков, имеющих искривление в двух плоскостях.
37. Основы поверочного расчета сжатых стержней фермы из парных уголков, имеющих местные дефекты в виде вырезов или локальных погибей.
38. Классификация способов усиления и повышения несущей способности металлических балок.
39. Классификация способов усиления и повышения несущей способности металлических ферм.
40. Классификация способов усиления и повышения несущей способности металлических колонн.
41. Методы и средства измерения линейных перемещений.
42. Методы и механические средства измерения деформаций. Тензомер Гугенбергера.
43. Методы и механические средства измерения деформаций. Тензомер Аистова.
44. Физические основы электротензометрии. Конструкция тензорезистора. Регистрирующая аппаратура в электротензометрии.
45. Тарирование тензорезисторов. Достоинства и недостатки метода электротензометрии.
46. Контроль прочности бетона неразрушающими механическими методами. Классификация и характеристика методов.
47. Молоток К.П.Кашкарова. Методика измерения. Характер градуировочной зависимости. Определение класса прочности бетона.

48. Пружинный молоток. Принцип действия. Методика измерения. Характер градуировочной зависимости. Определение класса прочности бетона.

49. Контроль прочности бетона склерометром. Основы измерения, принцип действия, характер градуировочной зависимости. Определение класса прочности бетона.

50. Основы ультразвукового импульсного метода испытания конструкций. Пьезоэлектрический преобразователь (ПЭП).

51. Ультразвуковая дефектоскопия бетона. Метод сквозного прозвучивания. Методика, назначение и условия применения.

52. Ультразвуковая дефектоскопия бетона. Метод продольного профилирования. Методика, назначение и условия применения.

53. Определение динамического модуля упругости строительных материалов ультразвуковым импульсным методом.

54. Определение прочности бетона ультразвуковым импульсным методом.

55. Основы метода контроля расположения и определения толщины защитного слоя бетона. Принцип действия ИЗС-10Н.

56. Определение одновременно неизвестных толщины защитного слоя бетона и диаметра арматуры.

57. Методы контроля предварительного напряжения арматуры. Частотный метод. Техническое обеспечение и методика проведения.

### **7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену** Не предусмотрено учебным планом

### **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов, 1 стандартную задачу и 1 прикладную задачу.

1. «Не зачтено» ставится в случае, если выполнение теста студентом составило менее 70% и задачи не решены.
2. «Зачтено» ставится в случае, если студент выполнил тест на 70-100 % и продемонстрировал верный ход решения задач.

### **7.2.7 Паспорт оценочных материалов**

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Правила проведения обследования технического состояния зданий и сооружений.	УК-1, ПК-3	Тест, зачет.
2	Правила проведения мониторинга технического состояния зданий и сооружений.	УК-1, ПК-3	Тест, зачет.



3	Составление итогового документа по результатам диагностики.	УК-1, ПК-3	Тест, зачет.
4	Причины возникновения дефектов и повреждений.	УК-1, ПК-3	Тест, зачет.
5	Методы и средства измерения линейных перемещений и деформаций.	УК-1, ПК-3	Тест, зачет.
6	Контроль прочности бетона неразрушающими механическими методами.	УК-1, ПК-3	Тест, зачет.
7	Ультразвуковой импульсный метод контроля качества бетона и других материалов.	УК-1, ПК-3	Тест, зачет.
8	Магнитный метод определения толщины защитного слоя бетона и расположения арматуры.	УК-1, ПК-3	Тест, зачет.
9	Контроль предварительного натяжения арматуры.	УК-1, ПК-3	Тест, зачет.
10	Усиление строительных конструкций.	УК-1, ПК-3	Тест, зачет.

### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1. Техническая эксплуатация, содержание и обследование объектов недвижимости [Электронный ресурс]: учебное пособие/ — Электрон. текстовые данные.— Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013.— 109 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22670>.— ЭБС «IPRbooks».

2. Плевков В.С., Мальганов А.И., Балдин И.В. Оценка технического состояния, восстановление и усиление строительных конструкций конструкций. Учебное издание. — М.: АСВ, 2011. — 316 с. — ISBN 978-5-93093 -814-2.

Кол-во экземпляров: всего – 10.

3. Драпалюк Д.А. Мониторинг состояния жилого фонда и его физический износ, проведение обследований строительных материалов и конструкций: Учебно-методическое пособие. Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013, - 82 с., + 58 экз.

<http://www.iprbookshop.ru/22674>

4. Шмелев Г.Д., Ишков А.Н. Техническая экспертиза строительных конструкций гражданских зданий: учебно-методическое пособие для вузов : рек. ВГАСУ. - Воронеж : [б. и.], 2006 -80 с.

Кол-во экземпляров: всего – 15.

5. Щеглов А.С., Колодежнов С.Н., Лисицын Н.А. Методы и средства испытаний при обследовании строительных конструкций: лабораторный практикум : учеб. пособие : рек. ВГАСУ. - Воронеж : [б. и.], 2006 -81 с.

Кол-во экземпляров: всего – 15.

**8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

1. Информационная система «Стройконсультант»;
2. Расчетные программные комплексы SCAD, ЛИРА, STARK\_ES;
3. Графические программные комплексы AutoCAD, КОМПАС-3D;
4. Системы GOOGLE, YANDEX, RAMBLER и др. для поиска учебной и справочной информации по диагностике и усилению, оценке остаточного ресурса строительных конструкций, их материалов, элементов и узлов;
5. Информационная система Госстроя России по нормативно - технической документации для строительства – [www.skonline.ru](http://www.skonline.ru);
6. Программное обеспечение для проектирования. Специализированный сайт по СПДС – <http://dwg.ru/>;
7. Справочно-информационная система по строительству – <http://www.know-house.ru/>;
8. Электронная строительная библиотека – <http://www.proektanti.ru/>;
9. Библиотека нормативно-технической литературы – [www.complexdoc.ru](http://www.complexdoc.ru)

Для работы с электронными учебниками требуется наличие таких программных средств, как Adobe Reader и DjVu.

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Проекционное оборудование для демонстрации слайдов и другой визуальной информации.

2. Модели, образцы и стенды для проведения испытаний.

3. Приборы и инструменты для проведения обследования и испытаний.

Для освоения дисциплины имеется специализированная аудитория 1018, оснащенная необходимыми наглядными пособиями (макеты, образцы, стенды, приборное оборудование и т.п.).

### Модели, образцы и стенды для проведения испытаний

№ п/п	Наименование модели, образцов и стенда	Назначение
1	Модель стропильной фермы пролетом 4 м	Определение перемещений и деформаций при статическом нагружении
2	Модель стропильной фермы пролетом 3,2 м	Исследование действительного напряженного состояния
3	Тензорезисторы различных типов	Демонстрация входного звена электрического тензометра для измерения деформаций
4	Стандартные образцы-кубы из бетона различного возраста и прочности	Определение прочности бетона методами неразрушающего контроля
5	Стандартные образцы из различных строительных материалов	Определение динамических модулей упругости ультразвуковым импульсным методом
6	Фрагмент плоской бетонной конструкции с искусственными неоднородностями	Определение наличия и расположения дефектов в плоской бетонной конструкции ультразвуковыми импульсными методами
7	Фрагмент плоской бетонной конструкции с арматурными стержнями различных диаметров,	Контроль расположения и диаметра арматуры

	различной ориентации и различной толщиной защитного слоя	
8	Стенд с натянутым на упоры арматурным стержнем	Контроль предварительного натяжения арматуры

### Приборы и инструменты для проведения обследования и испытаний

№ п/п	Наименование прибора	Назначение
1	Прогибомер Максимова ПМ-3	Измерение перемещений
2	Индикатор часового типа	То же
3	Рычажный тензометр Гугенбергера	Измерение деформаций
4	Электромеханический тензометр Аистова	То же
5	Автоматический измеритель деформаций АИД-1М	Регистрация показаний при методе электротензометрии
6	Установка ТА-12	Тарирование тензорезисторов
7	Гидравлический домкрат усилием 30 кН	Нагружение модели фермы
8	Молоток И.А.Физделя	Контроль прочности бетона неразрушающим методом пластической деформации
9	Молоток К.П.Кашкарова	То же
10	Пружинный молоток ПМ-2	То же
11	Угловой шаблон	Изменение диаметров отпечатков при методе пластической деформации
12	Склерометр ОМП-1	Контроль прочности бетона неразрушающим методом упругого отскока
13	Наковальня ОН-1	Поверка склерометра
14	Гидравлический пресс-насос ГПНС-4 с устройством скалывания УРС	Контроль прочности бетона методом скалывания ребра
15	Ультразвуковой прибор УК-14П	Определения скорости прохождения ультразвукового импульса через толщу какого-либо строительного материала
16	Измеритель толщины защитного слоя ИЗС-10Н	Определение толщины защитного слоя бетона, расположения и диаметра арматуры электромагнитным методом

17	Стенд специальный для проверки ИЗС с комплектами образцов-мер арматурной стали и сменных прокладок	Поверка измерителя защитного слоя бетона
18	Измеритель величины предварительного натяжения арматуры ИПН-7	Измерение величины предварительного натяжения арматуры
19	Измеритель величины предварительного натяжения арматуры со встроенным микропроцессором АП-23ПР	То же

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Диагностика, испытание и усиление строительных конструкций» читаются лекции, проводятся практические занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков для решения смысловых задач по тематическим алгоритмам данной дисциплины в аудитории.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения;

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li> <li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li> </ul>
Подготовка к промежуточной аттестации	<p>Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.</p>