

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)

Институт архитектуры, строительства и энергетики

УТВЕРЖДАЮ

Директор института



Авдеев С.Н.

2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория и методология экспериментальных  
исследований строительных конструкций

(наименование дисциплины)

**направление подготовки / специальность**

**08.04.01 Строительство**

(код и наименование направления подготовки (специальности))

**направленность (профиль) подготовки**

**«Теория и проектирование зданий и сооружений»,**

**«Техническая эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений»**

(направленность (профиль) подготовки)

г. Владимир

2021 год

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Теория и методология экспериментальных исследований строительных конструкций» является формирование у магистрантов знаний, навыков и практического опыта ведения экспериментальных научных исследований строительных конструкций.

Достижение названных целей предполагает решение следующих задач:

- изучение теоретических основ планирования однофакторных и многофакторных исследований;
- приобретение знаний, умений и навыков статистической обработки результатов эксперимента;
- получение навыков компьютерного и физического моделирования реальной работы строительных конструкций с анализом результатов расчета.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Теория и методология экспериментальных исследований строительных конструкций» относится к базовой части.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые с планируемыми результатами освоения ОПОП:

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
<b>ОПК-3</b> Способность ставить и решать научно-технические задачи в области строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства на основе знания проблем отрасли и опыта их решения	<b>ОПК-3.1. Знает</b> формулирование научно-технической задачи в сфере профессиональной деятельности на основе знания проблем отрасли и опыта их решения. <b>ОПК-3.2. Умеет</b> собирать и систематизировать информацию об опыте решения научно-технической задачи в сфере профессиональной деятельности. <b>ОПК-3.3. Умеет</b> выбирать методы решений, устанавливать ограничения к решениям научно-технической задачи в сфере профессиональной деятельности на основе норма-	<b>Знает:</b> – проблемы строительной отрасли в области экспериментальных исследований строительных конструкций; – нормативно-правовую базу в сфере профессиональной деятельности. <b>Умеет:</b> – выполнять сбор необходимой информации для решения поставленной задачи; – систематизировать, прорабатывать исходные данные; – выполнять выбор метода, способа решения задачи на основе нормативно-технической документации и знания проблем отрасли;	Тестовые вопросы

	<p>тивно-технической документации и знания проблем отрасли и опыта их решения.</p> <p><b>ОПК-3.4. Умеет</b> составлять перечень работ и ресурсов, необходимых для решения научно-технической задачи в сфере профессиональной деятельности.</p> <p><b>ОПК-3.5. Владеет</b> разработкой и обоснованием выбора варианта решения научно-технической задачи в сфере профессиональной деятельности.</p>	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Методами и способами разработки и обоснования вариантов решений научно-технической задачи в области экспериментальных исследований строительных конструкций.</li> </ul>	
<p><b>ОПК-6</b> Способность осуществлять исследование объектов и процессов в области строительства и жилищно-коммунального хозяйства</p>	<p><b>ОПК-6.1. Знает</b> формулирование целей, постановку задачи исследований.</p> <p><b>ОПК-6.2. Умеет</b> выбирать способы и методики выполнения исследований.</p> <p><b>ОПК-6.3. Умеет</b> составлять программы для проведения исследований, определять потребности в ресурсах.</p> <p><b>ОПК-6.4. Умеет</b> составлять план исследования с помощью методов факторного анализа.</p> <p><b>ОПК-6.5. Умеет</b> выполнять и контролировать выполнение эмпирических исследований объекта профессиональной деятельности.</p> <p><b>ОПК-6.6. Умеет</b> обрабатывать результаты эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей.</p> <p><b>ОПК-6.7. Умеет</b> выполнять и контролировать выполнение документальных исследований информации об объекте профессиональной деятельности.</p> <p><b>ОПК-6.8. Владеет</b> документированием результатов исследований, оформлением отчётной документации.</p> <p><b>ОПК-6.9. Владеет</b> контролем соблюдения требований охраны труда при выполнении исследований.</p> <p><b>ОПК-6.10. Владеет</b> формулировкой выводов по результатам исследования.</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– современные методы экспериментальных исследований строительных конструкций;</li> <li>– методику проведения однофакторных и многофакторных экспериментов;</li> <li>– основные методики расчета и моделирования реальной работы строительных конструкций при различных внешних воздействиях;</li> </ul> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– осуществлять поиск наилучших технических и технологических решений на основе предварительного технико-экономического анализа полученных результатов исследований;</li> <li>– применять математический аппарат статистической обработки данных применительно к анализу результатов эксперимента.</li> </ul> <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками выбора независимых факторов, параметров оптимизации, разработки плана многофакторного эксперимента;</li> <li>– методикой оптимизации исследуемого объекта или процесса;</li> <li>– методикой разработки рекомендаций по результатам экспериментальных исследований.</li> </ul>	<p><b>Тестовые вопросы</b></p>

	<p><b>ОПК-6.11. Владеет</b> представлением и защитой результатов проведённых исследований.</p>		
<p><b>ПК-2</b> Способность организовывать и регулировать работы в сфере промышленного и гражданского строительства, разрабатывать проектные решения</p>	<p><b>ПК-2.1. Знает</b> контроль разработки проектной документации объектов промышленного и гражданского строительства.</p> <p><b>ПК-2.2. Умеет</b> подготавливать технические задания и требования для разделов проектов инженерного обеспечения объектов строительства.</p> <p><b>ПК-2.3. Умеет</b> выбирать исходную информацию и нормативно-технические документы для выполнения расчётного обоснования проектных решений объектов промышленного и гражданского строительства.</p> <p><b>ПК-2.4. Умеет</b> выбирать методы и методики выполнения расчётного обоснования проектного решения объекта промышленного и гражданского строительства, составлять расчётные схемы.</p> <p><b>ПК-2.5. Умеет</b> определять перечень ресурсов, необходимых для проведения исследования.</p> <p><b>ПК-2.6. Владеет</b> методикой проведения математического моделирования объектов промышленного и гражданского строительства.</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>–основные положения расчета строительных конструкций на основе действующих нормативных документов в том числе с применением систем автоматизированного проектирования;</li> <li>–методы оценки технического состояния строительных конструкций, прогнозирования и мониторинга дефектов строительных конструкций.</li> </ul> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>–использовать отечественный и зарубежный опыт проектирования, расчета и исследования строительных конструкций с его последующей адаптацией применительно к решаемым научно-исследовательским задачам;</li> <li>–конструировать узлы, элементы, строительные конструкции, отвечающие требованиям действующих норм.</li> </ul> <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>–графическими и расчетными программными комплексами автоматизированного проектирования;</li> <li>–программными комплексами статистической обработки информации;</li> <li>–методами и средствами дефектоскопии и мониторинга напряженно-деформированного состояния строительных конструкций.</li> </ul>	<p><b>Тестовые вопросы</b></p>

#### 4. ОБЪЁМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц 216 часов.

##### Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Тема 1. Экспериментальные исследования: классификация, тип и задачи эксперимента.	2	1-2	2	2			2	
2	Тема 2. Характеристика экспериментальных исследований в различных отраслях промышленности и техники.	2	3-4	2	2		1	2	
3	Тема 3. Теория и методология однофакторного эксперимента.	2	5-6	2	4		2	8	Рейтинг контроль №1.
4	Тема 4. Теория и методология многофакторного эксперимента.	2	7-8	2	4		2	8	
5	Тема 5. Теория и планирование многофакторных экспериментов. Разработка плана полного факторного эксперимента, матрицы планирования	2	9-14	6	4		2	25	Рейтинг контроль №2.
6	Тема 6. Методика статистической обработки результатов многофакторного эксперимента	2	15-18	4	2		1	18	Рейтинг контроль №3.
<b>Всего за 2 семестр</b>				<b>18</b>	<b>18</b>			<b>63</b>	<b>Экзамен</b>
7	Тема 7. Цели и задачи экспериментальных методов исследования строительных конструкций	3	1-2	2	2			1	
8	Тема 8. Подобие явлений в статистическом смысле	3	3-6	4	4		2	1	
9	Тема 9. Теоретические основы моделирования строительных конструкций с учетом случайных явлений	3	7-10	4	4		2	2	Рейтинг контроль №1.
10	Тема 10. Численное моделирование реальной работы строительных конструкций	3	11-14	4	4		2	2	Рейтинг контроль №2.
11	Тема 11. Неразрушающие методы контроля и мониторинга строительных конструкций.	3	15-16	2	2		1	2	
12	Тема 12. Классификация видов диагностики и испытаний строительных конструкций	3	17-18	2	2		1	1	Рейтинг контроль №3.
<b>Всего за 3 семестр</b>				<b>18</b>	<b>18</b>			<b>9</b>	<b>Экзамен</b>
<b>Наличие в дисциплине КП/КР</b>					-				
<b>Итого по дисциплине</b>				<b>36</b>	<b>36</b>			<b>72</b>	<b>Экзамен, Экзамен</b>

**Тематический план  
форма обучения – заочная**

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Тема 1. Экспериментальные исследования: классификация, тип и задачи эксперимента.	3	1-2	1	1			4	
2	Тема 2. Характеристика экспериментальных исследований в различных отраслях промышленности и техники.	3	3-4	1	1			4	
3	Тема 3. Теория и методология однофакторного эксперимента.	3	5-6	1	2		1	16	Рейтинг контроль №1.
4	Тема 4. Теория и методология многофакторного эксперимента.	3	7-8	1	2		1	16	
5	Тема 5. Теория и планирование многофакторных экспериментов. Разработка плана полного факторного эксперимента, матрицы планирования	3	9-14	2	4		2	48	Рейтинг контроль №2.
6	Тема 6. Методика статистической обработки результатов многофакторного эксперимента	3	15-18	2	2		1	36	Рейтинг контроль №3.
<b>Всего за 3 семестр</b>				<b>8</b>	<b>12</b>			<b>124</b>	<b>Зачёт с оценкой</b>
7	Тема 7. Цели и задачи экспериментальных методов исследования строительных конструкций	4	1-2	1	1			2	
8	Тема 8. Подобие явлений в статистическом смысле	4	3-6	1	1			2	
9	Тема 9. Теоретические основы моделирования строительных конструкций с учетом случайных явлений	4	7-10	2	4		2	6	Рейтинг контроль №1.
10	Тема 10. Численное моделирование реальной работы строительных конструкций	4	11-14	2	4		2	8	Рейтинг контроль №2.
11	Тема 11. Неразрушающие методы контроля и мониторинга строительных конструкций.	4	15-16	1	1		1	5	
12	Тема 12. Классификация видов диагностики и испытаний строительных конструкций	4	17-18	1	1		1	2	Рейтинг контроль №3
<b>Всего за 4 семестр</b>				<b>8</b>	<b>12</b>			<b>25</b>	<b>Экзамен</b>
<b>Наличие в дисциплине КП/КР</b>					-				
<b>Итого по дисциплине</b>				<b>16</b>	<b>24</b>			<b>149</b>	<b>Зачёт с оценкой, Экзамен</b>

## Содержание лекционных занятий по дисциплине

2 семестр – очная ф.о.; 3 семестр – заочная ф.о.

- Тема 1. Экспериментальные исследования: классификация, тип и задачи эксперимента.**  
Общая терминология, цели и задачи предмета. Классификация видов экспериментальных исследований.
- Тема 2. Характеристика экспериментальных исследований в различных отраслях промышленности и техники.**  
Виды экспериментальных исследований и их общая характеристика. Обоснование выбора вида и методики проведения эксперимента.
- Тема 3. Теория и методология однофакторного эксперимента.**  
Общие понятия, терминология и методология проведения однофакторного эксперимента.
- Тема 4. Теория и методология многофакторного эксперимента.**  
Общие понятия, терминология и методология проведения многофакторного эксперимента.
- Тема 5. Теория и планирование многофакторных экспериментов. Разработка плана полнофакторного эксперимента.**  
Выбор факторов, параметров, многофакторной модели. Общие понятия, терминология и методология проведения полнофакторного эксперимента. Разработка матрицы планирования. Рандомизация опытов.
- Тема 6. Методика статистической обработки результатов многофакторного эксперимента.**  
Среднеквадратическое отклонение, расчет статистических дисперсий, расчет коэффициентов регрессии. Проверка гипотезы адекватности модели с использованием критерия Фишера.

3 семестр – очная ф.о.; 4 семестр – заочная ф.о.

- Тема 7. Цели и задачи экспериментальных методов исследования строительных конструкций.**  
Цели и задачи исследования строительных конструкций. Обзор методов экспериментального исследования строительных конструкций из различных материалов.
- Тема 8. Подобие явлений в статистическом смысле.**  
Принципы подобия в статистическом смысле и основные условия подобия. Вывод условий подобия. Анализ условий подобия.
- Тема 9. Теоретические основы моделирования строительных конструкций с учетом случайных явлений.**  
Формулировка задач моделирования строительных конструкций. Понятие о вероятности подобия и ее вычисление. Переход от параметров модели к параметрам оригинала. Определение числа моделей для испытаний.
- Тема 10. Численное моделирование реальной работы строительных конструкций.**  
Компьютерное моделирование реальной работы строительных конструкций. Использование ортотропных и анизотропных расчетных моделей материала. Способы моделирования физической и геометрической нелинейности.

**Тема 11. Неразрушающие методы контроля и мониторинга строительных конструкций.**

Обзор разрушающих и неразрушающих методов контроля строительных конструкций. Методика определения физико-механических характеристик строительных материалов.

**Тема 12. Классификация видов диагностики и испытаний строительных конструкций.**

Классификация методов испытания строительных конструкций. Способы моделирования и приложения действующих нагрузок. Инструментальное оборудование для проведения испытаний и фиксации исследуемых параметров.

## **Содержание практических занятий по дисциплине**

**2 семестр – очная ф.о.; 3 семестр – заочная ф.о.**

**Тема 1. Сбор исходных данных для планирования многофакторного эксперимента.**

Выбор параметров оптимизации и уровней их варьирования.

**Тема 2. Предварительный этап планирования многофакторного эксперимента.**

Кодирование Составление матрицы планирования

**Тема 3. Планирование и непосредственное проведение опытов.**

Рандомизация опытов. Проведение опытов для каждого сочетания факторов.

**Тема 4. Расчет коэффициентов уравнения регрессии, их ошибок и значимости**

Проверка однородности дисперсии параллельных опытов.

**Тема 5, 6. Проверка адекватности модели**

Оценка отклонения вычисленных по уравнениям регрессии значений функции оптимизации от экспериментально установленных значений исследуемого параметра.

**3 семестр – очная ф.о.; 4 семестр – заочная ф.о.**

**Тема 7,8. Сбор исходных данных для численного моделирования строительной конструкции методом последовательных загрузений.**

Моделирование геометрической схемы исследуемой конструкции. Согласование направлений ортотропии. Задание физической нелинейности материалов. Задание граничных условий.

**Тема 9, 10. Численное моделирование строительной конструкции.**

Моделирование статической нагрузки и скорости ее приложения во времени. Определение расчетных нагрузок на конструкцию. Задание количества и величины шагов загрузки, а также времени выдерживания каждого шага.

**Тема 11. Анализ полученных результатов.**

Анализ напряженно-деформированного состояния сложной композитной конструкции.

**Тема 12. Знакомство с инструментами для проведения статических испытаний строительных конструкций.**

Изучение устройства и принципов работы прогибомеров, индикаторов часового типа, тензодатчиков и механических тензометров, ультразвуковых дефектоскопов и др.



## **5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СА- МОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

**5.1. Текущий контроль успеваемости** проводится в форме рейтинг-контроля. Предусмотрено проведение трёх рейтинг-контролей в каждом семестре. Ниже приведены контрольные вопросы для проведения текущего контроля успеваемости.

**2 семестр – очная ф.о.; 3 семестр – заочная ф.о.**

### **Рейтинг-контроль №1**

1. Цели и задачи экспериментальных исследований.
2. Классификация экспериментальных исследований.
3. Преимущества и недостатки лабораторного и производственного эксперимента.
4. План и программа эксперимента. Структура протокола эксперимента.
5. Определение независимого фактора и параметра оптимизации.
6. Требования, предъявляемые к независимым факторам и параметрам оптимизации.
7. Уровни независимых факторов: определение и кодирование.
8. План многофакторного эксперимента и матрица планирования.
9. Методика реализации матрицы планирования с дублированием опытов.
10. Методика оценки однородности дисперсий опытов матрицы планирования.

### **Рейтинг-контроль №2**

1. Цели и задачи экспериментальных исследований.
2. Классификация экспериментальных исследований.
3. Преимущества и недостатки лабораторного и производственного эксперимента.
4. План и программа эксперимента. Структура протокола эксперимента.
5. Определение независимого фактора и параметра оптимизации.
6. Требования, предъявляемые к независимым факторам и параметрам оптимизации.
7. Уровни независимых факторов: определение и кодирование.
8. План многофакторного эксперимента и матрица планирования.
9. Методика реализации матрицы планирования с дублированием опытов.
10. Методика оценки однородности дисперсий опытов матрицы планирования.

### **Рейтинг-контроль №3**

1. Приведите и объясните формулы для расчета дисперсий при статистической обработке результатов многофакторного эксперимента.
2. Для чего и как определяют доверительные интервалы для коэффициентов уравнения регрессии.
3. Для чего используют критерий Кохрена и Стьюдента при планировании многофакторного эксперимента.

4. Как определяют наибольшую и наименьшую степени свободы при выборе табличного значения критерия Фишера.
5. Как определяют значение параметра оптимизации по уравнению регрессии и для чего это нужно.
6. Из какой точки центра плана начинают крутое восхождение по поверхности отклика.
7. Методика оптимизации выходного параметра методом крутого восхождения по поверхности отклика.
8. Как построить графики зависимости параметра оптимизации от факторов процесса.
9. Методика разработки научно-обоснованных рекомендаций по совершенствованию исследованного процесса, явления на основании адекватной многофакторной модели.

### **3 семестр – очная ф.о.; 4 семестр – заочная ф.о.**

#### **Рейтинг-контроль №1**

1. Назначение испытаний. Классификация экспериментальных методов исследования строительных конструкций.
2. Условие статистического подобия явления.
3. Анализ условий подобия. Моделирование при неслучайных величинах.
4. Анализ условий подобия. Моделирование при случайных величинах, но независимых некоррелируемых величинах.
5. Анализ условий подобия. Моделирование при случайных коррелируемых величинах.
6. Применение методов теории вероятностей и математической статистики для прогнозирования эксплуатационных качеств строительных конструкций.
7. Статистические характеристики, описывающие особенности распределения исследуемых параметров.
8. Понятие вероятности подобия.
9. Вычисление вероятности подобия.

#### **Рейтинг-контроль №2**

1. Переход от параметров модели к параметрам оригинала.
2. Определение числа моделей для испытаний.
3. Индикаторы подобия модели и натурной конструкции.
4. Материалы для изготовления моделей.
5. Численные методы моделирования строительных конструкций. Метод переменных параметров упругости.
6. Численные методы моделирования строительных конструкций. Метод последовательных нагружений.
7. Метод конечных элементов.
8. Метод конечных разностей.
9. Решение задач моделирования строительных конструкций с учетом геометрической и физической нелинейности.

### Рейтинг-контроль №3

1. Классификация неразрушающих методов исследования строительных конструкций.
2. Оптическая и электронно-сканирующая микроскопия.
3. Акустический метод.
4. Рентгено- и компьютерная, магнитно-резонансная томография.
5. Лазерное сканирование.
6. Классификация методов испытания строительных конструкций.
7. Способы моделирования статических нагрузок.
8. Способы моделирования динамических нагрузок.
9. Инструментальное оборудование при статических испытаниях строительных конструкций.

**5.2. Промежуточная аттестация** по итогам освоения дисциплины проводится в форме экзамена. Ниже приведены контрольные вопросы.

#### **Вопросы к экзамену для очной ф.о. во 2 семестре к зачёту с оценкой для заочной ф.о. в 3 семестре**

1. Цели и задачи экспериментальных исследований.
2. Классификация экспериментальных исследований.
3. Преимущества и недостатки лабораторного и производственного эксперимента.
4. План и программа эксперимента. Структура протокола эксперимента.
5. Определение независимого фактора и параметра оптимизации.
6. Требования, предъявляемые к независимым факторам и параметрам оптимизации.
7. Уровни независимых факторов: определение и кодирование.
8. План многофакторного эксперимента и матрица планирования.
9. Методика реализации матрицы планирования с дублированием опытов.
10. Методика оценки однородности дисперсий опытов матрицы планирования.
11. Методика расчета коэффициентов регрессии и проверки их значимости.
12. Корректировка уравнения регрессии при незначимости некоторых независимых факторов и эффектов взаимодействия.
13. Статистические дисперсии при обработке результатов многофакторного эксперимента, вид.
14. Методика определения дисперсии адекватности в многофакторном эксперименте.
15. Методика проверки гипотезы адекватности уравнения регрессии с использованием критерия Фишера.
16. Изложите методологию однофакторного эксперимента.
17. Изложите методологию построения многофакторного эксперимента.
18. Изложите методологию реализации многофакторного эксперимента.
19. Как проводят рандомизацию многофакторного эксперимента.
20. Для чего и как проводят проверку значимости коэффициентов уравнения регрессии.
21. Как проверяют гипотезу однородности дисперсий опыта.
22. Приведите и объясните формулы для расчета дисперсий при статистической обработке результатов многофакторного эксперимента.
23. Для чего и как определяют доверительные интервалы для коэффициентов уравнения регрессии.

24. Для чего используют критерий Кохрена и Стьюдента при планировании многофакторного эксперимента.
25. Как определяют наибольшую и наименьшую степени свободы при выборе табличного значения критерия Фишера.
26. Как определяют значение параметра оптимизации по уравнению регрессии и для чего это нужно.
27. Из какой точки центра плана начинают крутое восхождение по поверхности отклика.
28. Методика оптимизации выходного параметра методом крутого восхождения по поверхности отклика.
29. Как построить графики зависимости параметра оптимизации от факторов процесса.
30. Методика разработки научно-обоснованных рекомендаций по совершенствованию исследованного процесса, явления на основании адекватной многофакторной модели.

**Вопросы к экзамену для очной ф.о. в 3 семестре  
к экзамену для заочной ф.о. в 4 семестре**

1. Классификация способов моделирования строительных конструкций
2. Основы дисперсионного анализа.
3. Основы корреляционного анализа.
4. Классификация методов исследования напряженно-деформированного состояния.
5. Метод тензометрии.
6. Поляризационно-оптический метод.
7. Метод фотоупругих покрытий.
8. Метод хрупких покрытий.
9. Метод делительных сеток.
10. Метод муаровых полос.
11. Задачи диагностики и испытаний строительных конструкций.
12. Определение физико-механических характеристик материалов строительных конструкций разрушающими методами
13. Инструментальное оборудование при статических испытаниях строительных конструкций.
14. Назначение испытаний. Классификация экспериментальных методов исследования строительных конструкций.
15. Условие статистического подобия явления.
16. Анализ условий подобия. Моделирование при неслучайных величинах.
17. Анализ условий подобия. Моделирование при случайных величинах, но независимых некоррелируемых величинах.
18. Анализ условий подобия. Моделирование при случайных коррелируемых величинах.
19. Применение методов теории вероятностей и математической статистики для прогнозирования эксплуатационных качеств строительных конструкций.
20. Статистические характеристики, описывающие особенности распределения исследуемых параметров.
21. Понятие вероятности подобия.

22. Вычисление вероятности подобию.
23. Переход от параметров модели к параметрам оригинала.
24. Определение числа моделей для испытаний.
25. Индикаторы подобию модели и натурной конструкции.
26. Материалы для изготовления моделей.
27. Численные методы моделирования строительных конструкций. Метод переменных параметров упругости.
28. Численные методы моделирования строительных конструкций. Метод последовательных нагружений.
29. Метод конечных элементов.
30. Метод конечных разностей.
31. Решение задач моделирования строительных конструкций с учетом геометрической и физической нелинейности.
32. Классификация неразрушающих методов исследования строительных конструкций.
33. Оптическая и электронно-сканирующая микроскопия.
34. Акустический метод.
35. Рентгено- и компьютерная, магнитно-резонансная томография.
36. Лазерное сканирование.
37. Классификация методов испытания строительных конструкций.
38. Способы моделирования статических нагрузок.
39. Способы моделирования динамических нагрузок.
40. Инструментальное оборудование для получения первичных данных о напряженно-деформированном состоянии элементов, узлов, строительных конструкций в целом.

### **5.3. Самостоятельная работа обучающегося**

Основной формой самостоятельной работы студента является изучение рекомендованной литературы, активное участие на практических занятиях, то есть используется два вида самостоятельной работы – аудиторная, под руководством преподавателя, и внеаудиторная.

Основными видами самостоятельной работы студентов без участия преподавателей являются: формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной преподавателем учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.); подготовка к семинарам.

Основными видами самостоятельной работы студентов с участием преподавателей являются: текущие консультации.

Ниже приводятся вопросы для самостоятельной подготовки к промежуточной аттестации.

#### **Контрольные вопросы для самостоятельной работы по подготовке: к экзамену во 2 семестре – для очной формы обучения к зачёту с оценкой в 3 семестре – для заочной формы обучения**

1. Дробный факторный эксперимент: понятия, цели и задачи.
2. Минимизация числа опытов дробного факторного эксперимента.
3. Дробная реплика.

4. Выбор полуреplik. Генерирующие соотношения и определяющие константы.
5. Ошибки критериев оптимизации и факторов.
6. Определение грубых ошибок.
7. Определение системных ошибок.
8. Определение случайных ошибок
9. Рандомизация.
10. Отсеивающие эксперименты.
11. Метод случайного баланса.

**к экзамену в 3 семестре – для очной формы обучения**  
**к экзамену в 4 семестре – для заочной формы обучения**

1. Классификация способов моделирования строительных конструкций
2. Основы дисперсионного анализа.
3. Основы корреляционного анализа.
4. Классификация методов исследования напряженно-деформированного состояния.
5. Метод тензометрии.
6. Поляризационно-оптический метод.
7. Метод фотоупругих покрытий.
8. Метод хрупких покрытий.
9. Метод делительных сеток.
10. Метод муаровых полос.
11. Задачи диагностики и испытаний строительных конструкций.
12. Определение физико-механических характеристик материалов строительных конструкций разрушающими методами
13. Инструментальное оборудование при статических испытаниях строительных конструкций.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Книгообеспеченность**

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература		
1. Кулагина Т.А., Планирование и техника эксперимента: учеб. пособие / Кулагина Т. А. - Красноярск: СФУ, 2017. - 56 с.	2017	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/sfu002.html">http://www.studentlibrary.ru/book/sfu002.html</a>
2. Медведев П.В., Математическое планирование эксперимента: учебное пособие / Медведев П.В. - Оренбург: ОГУ, 2017. - 97 с. - ISBN 978-5-7410-1759-3	2017	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785741017593.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785741017593.html</a>

3. Сагдеев Д.И., Основы научных исследований, организация и планирование эксперимента учебное пособие / Сагдеев Д.И. - Казань: Издательство КНИТУ, 2016. - 324 с. - ISBN 978-5-7882-2010-9	2016	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788220109.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788220109.html</a>
4. Адлер, Ю. П. Методология и практика планирования эксперимента в России / Адлер Ю. П. - Москва: МИСиС, 2016. - 182 с. - ISBN 978-5-87623-990-7.	2016	<a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876239907.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876239907.html</a>
5. Пименова, Л. Н. Физико-химические методы исследования строительных материалов : учебное пособие / Пименова Л. Н. , Кудяков А. И. , Степенко А. Б. - Томск : Том. гос. архит. -строит. ун-та, 2020. - 98 с. - ISBN 978-5-93057-918-5.	2020	<a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930579185.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930579185.html</a>
<b>Дополнительная литература</b>		
1. Тагиева, Р. Ф. Обработка экспериментальных данных. Ч. 1: учебное пособие: в 2 ч. / Р. Ф. Тагиева, А. Н. Титов - Казань: Издательство КНИТУ, 2017. - 96 с. - ISBN 978-5-7882-2261-5.	2017	<a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788222615.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788222615.html</a>
2. Тагиева, Р. Ф. Тагиева Р. Ф. Обработка экспериментальных данных. В 2 ч. Ч. 2: учебное пособие / Тагиева Р. Ф. - Казань: КНИТУ, 2018. - 136 с. - ISBN 978-5-7882-2262-2.	2018	<a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788222622.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788222622.html</a>
3. Сафин Р.Г., Основы научных исследований. Организация и планирование эксперимента: учебное пособие / Р.Г. Сафин, А.И. Иванов, Н.Ф. Тимербаев. - Казань: Издательство КНИТУ, 2013. - 156 с. - ISBN 978-5-7882-1412-2	2013	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788214122.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788214122.html</a>
4. Даниленко, О. В. Теоретико-методологические аспекты подготовки и защиты научно-исследовательской работы: учеб-метод. пособие / Даниленко О. В., Корнева И. Н., Тихонова Я. Г. - 3-е изд., стер. - Москва: ФЛИНТА, 2021. - 182 с. - ISBN 978-5-9765-2711-9.	2021	<a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN97859765271191.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN97859765271191.html</a>

## 6.2. Периодические издания

1. Вестник Брянского государственного технического университета. Вестник гражданских инженеров.
2. Вестник Иркутского государственного технического университета.
3. Вестник Самарского государственного технического университета. Серия Технические науки.
4. Бюллетень строительной техники
5. Строительная механика и расчет сооружений

## 6.3. Интернет-ресурсы

1. [http://scadsoft.com/;](http://scadsoft.com/)
2. [http://lira-soft.com/;](http://lira-soft.com/)
3. [http://www.liraland.ru/.](http://www.liraland.ru/)

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Практические занятия проводятся в лабораториях кафедры СК:

148-4: Учебная лаборатория, оснащение: Макеты демонстрационно-лабораторный "Домик из блоков", "Домик из бруса", "Домик из кирпича", стол лабораторный ЭПМ СТ -2-1,2/8, учебно-лабораторный комплект "Свойства строительных материалов", стенд интерактивный светодинамический "Принципиальная схема ветровой электростанции", прибор ИПС-МГ4,03 измерения прочности бетона, Машина разрывная Р50 авто, Измеритель прочности бетона ИПС-МГ4,03 электронный, Измеритель теплопроводности ИТП-МГ4-250, Измерительный комплекс TML TDS530 10-канальный, Камера испытательная "тепла/холода/влаги" КХТВ-800/70,150, Пресс гидравлический для склейки бруса SL150-6GM, Весы лабораторные электронные CAS MWP-3000, Измеритель влажности testo 616, Измерительная система для определения воздухопроницаемости Minneapolis BlowerDoor modell 4.1, Измерительный комплекс 100-канальный TDS-530, Интерактивный мультимедийный комплекс АНА CSLED-84, Машина учебная универсальная испытательная "Механические испытания материалов "МИ-50У", Логгер данных температуры и влажности testo 174Н, Люксметр testo 540, Пирометр АКПП-9307, Твердомер портативный комбинированный МЕТ-УД светодинамический "Принципиальная схема ветровой электростанции", прибор ИПС-МГ4,03 измерения прочности бетона, Машина разрывная Р 50 авто, Измеритель прочности бетона ИПС-МГ4,03 электронный, Измеритель теплопроводности ИТП-МГ4-250, Измерительный комплекс TML TDS530 10-канальный, Камера испытательная "тепла/холода/влаги" КХТВ-800/70,150, Пресс гидравлический для склейки бруса SL150-6GM, Весы лабораторные электронные CAS MWP-3000, Измеритель влажности testo 616, Измерительная система для определения воздухопроницаемости Minneapolis BlowerDoor modell 4.1, Измерительный комплекс 100-канальный TDS-530, Интерактивный мультимедийный комплекс АНА CSLED-84, Машина учебная универсальная испытательная "Механические испытания материалов "МИ-50У", Логгер данных температуры и влажности testo 174Н, Люксметр testo 540, Пирометр АКПП-9307, Твердомер портативный комбинированный МЕТ-УД.

504а-2: Компьютерный класс с 12 рабочими станциями (компьютер (Intel ® Core™ i7-7700K CPU @ 4.20GHz 4.20GHz. 32.0 Gb., NVIDIA GeForce GTX 1080, SSD 500 Gb., HDD 1 Tb., Монитор Samsung 32', мышь, клавиатура Win10, Microsoft Office 2013, ПК ЛИРА 10.10 учебная версия, SCAD Office 21 учебная версия, AutoCAD 2016 Версия для учебных заведений, КОМПАС-3D V12) с выходом в Internet, 1 телевизор Sony KD-60XG7096;

1 преподавательский компьютер (Intel ® Core™ i7-7700K CPU @ 4.20GHz 4.20GHz. 32.0 Gb., NVIDIA GeForce GTX 1080, SSD 500 Gb., HDD 1 Tb., Монитор Samsung 32', мышь, клавиатура Win10, Microsoft Office 2013, ПК ЛИРА 10.10 учебная версия, SCAD Office 21 учебная версия, AutoCAD 2016 Версия для учебных заведений, КОМПАС-3D V12

Онлайн-курс "Обследование и испытание зданий и сооружений":  
[http://wtu.www1.vlsu.ru/view\\_doc.html?mode=learning\\_proc&old\\_object\\_id=6756954125906429642](http://wtu.www1.vlsu.ru/view_doc.html?mode=learning_proc&old_object_id=6756954125906429642)



Рабочую программу составил Репин В.А., доцент каф. СК

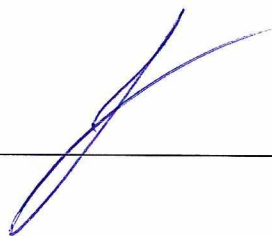


Рецензент: ООО «ПС «Гранит», ГИП Калачева М.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Строительных конструкций

Протокол № 17 от 23.06.2021 года

Заведующий кафедрой Рощина С.И.



Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
на заседании учебно-методической комиссии направления 08.04.01 «Строительство»

Протокол № 10 от 30.06.2021 года

Председатель комиссии Авдеев С.Н., директор ИАСЭ



## ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на 20 22 / 20 23 учебный год

Протокол заседания кафедры № 15 от 19.04.2022 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ С. И. Рашина

Рабочая программа одобрена на 20 \_\_\_\_\_ / 20 \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20 \_\_\_\_\_ / 20 \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочую программу дисциплины

*«Теория и методология экспериментальных исследований строительных конструкций»*

образовательной программы направления подготовки

08.04.01 Строительство, направленность: Теория и проектирование зданий и сооружений,

Техническая эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
Подпись / ФИО

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу по дисциплине  
**«Теория и методология экспериментальных исследований  
строительных конструкций»**

для магистров 1,2 курса

Института архитектуры, строительства и энергетики  
разработанную к.т.н., доцентом кафедры Строительных конструкций  
Репиным В.А.

Рабочая программа по дисциплине «Теория и методология экспериментальных исследований строительных конструкций» предназначена для магистров, обучающихся по направлению 08.04.01 «Строительство», программа «Теория и проектирование зданий и сооружений», «Техническая эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений».

Рабочая программа подготовлена для проведения практических и лекционных занятий. Целью освоения дисциплины «Теория и методология экспериментальных исследований строительных конструкций» является формирование у магистрантов знаний, навыков и практического опыта ведения экспериментальных научных исследований строительных конструкций. Достижение названных целей предполагает решение следующих задач:

- изучение теоретических основ планирования однофакторных и многофакторных исследований;
- получения знаний об основных положениях расчета и проектирования строительных конструкций на основе действующей нормативной базы;
- приобретение знаний, умений и навыков обращения с отечественными и международными базами цитирования научной литературы для анализа существующего опыта экспериментальных исследований;
- получение навыков компьютерного и физического моделирования реальной работы строительных конструкций с анализом результатов расчета.

Материал позволит сформировать необходимые компетенции:

- Способность организовывать и регулировать работы в сфере промышленного и гражданского строительства, разрабатывать проектные решения.

Рабочая программа в достаточной форме сопровождается пояснениями и ссылками на нормативную литературу, что в достаточной степени позволяет организовать образовательный процесс и самостоятельную работу магистров. Учебники, учебно-методические материалы, используемые для освоения дисциплины, представленные в рабочей программе, в полном объеме, включая дополнительные источники, могут быть рекомендованы для использования в образовательном процессе для формирования профессиональных компетенций.

Рабочая программа к.т.н., доцента Репина В.А. составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 08.04.01 «Строительство» и программами подготовки «Теория и проектирование зданий и сооружений», «Техническая эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений», а также требованиями работодателей г. Владимира и Владимирской области.

ГИП ООО «Проектная студия «Гранит»



*М.В. Калачева*  
М.В. Калачева