МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан строительного факультета
_____Панфилов Д.В.
«31» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Экспериментальные методы обследования НДС конструкций»

Направление подготовки 08.04.01 Строительство

Программа Теория и проектирование зданий и сооружений

Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2021

Автор программы _____/Степанов С.Д./

Заведующий кафедрой
Строительной механики _____/ Козлов В.А./

Руководитель ОПОП _____/Сафронов В.С./

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Цель преподавания дисциплины состоит в формировании необходимых теоретических и практических навыков.

- при выполнении и обработке результатов экспериментальных исследований по изучению НДС элементов строительных конструкций;
- проверки теоретических положений, оценки прочности и жесткости частей зданий и сооружений;
- постановки и проведении лабораторных работ по учебным дисциплинам сопротивление материалов, строительной механики, динамики сооружений и т.д.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Задачами преподавания дисциплины являются – ознакомление с метрологическим обеспечением вычисления статистических характеристик случайных величин (СВ), способами определения деформаций, напряжений и перемещений; элементами планирования, моделирования и подобия. Получение знаний – о выборе эмпирических зависимостей и определении соответствующих параметров, о методах оценки общего НДС конструкционных элементов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Экспериментальные методы исследования НДС конструкций» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Экспериментальные методы исследования НДС конструкций» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-3 - Способностью разрабатывать методики, планы и программы проведения научных исследований и разработок, готовить задания для исполнителей, организовывать проведение экспериментов и испытаний, анализировать и обобщать их результаты

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-3	**знать** современные методики подготовки планов и программ проведения научных исследований и разработок

	уметь организовывать проведение экспериментов и испытаний, анализировать и обобщать их результаты готовить задания для исполнителей,
	владеть практическими приемами проведения научных исследований и разработок, а также проведения анализа и обобщения их результатов

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Экспериментальные методы исследования НДС конструкций» составляет 4 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		3
Аудиторные занятия (всего)	36	36
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Самостоятельная работа	108	108
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость: академические часы зач.ед.	 144 4	 144 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	Введение. Сведения из теории вероятностей	Методы эмпирических исследований. Составляющие успеха и значимости эксперимента. Случайная величина (СВ): вероятность, истинное и действительное значения. Интегральная и дифференциальная функции распределения. Характеристические параметры и точечные оценки СВ: математическое ожидание, дисперсия, стандарт и коэффициент вариации, оценка	4	2	18	24

		среднего арифметического, точность его определения, статистика, доверительный интервал. Исключение ошибок из данных опыта. Определение наименьшего количества испытаний. Оценка расхождения между средними двух независимых экспериментов.				
2	Метрологического обеспечение	Метрология: единство и точность измерений; эталоны, однородные и разнородные физические величины, основные и произвольные величины.	4	2	18	24
3	«Розетки» тензорезисторов и изучение ПНС. Экспериментальные перемещения и НДС	касательных напряжений, главных деформаций и напряжений в плоском напряженном состоянии (ПНС) с помощью «розетки» тензорезисторов. в опыте локальным линейным перемещениям и прогибом при ПНС, зависимости Коши и закон Гука в обратной форме. Интерполирование и экстраполяция в инженерных расчетах: формулы Лагранжа, Ньютона; при параболическом и линейном прямом и обратном решении задачи.	4	2	18	24
4	Фотоупругость. Муар и его положения. Поисковые методы исследования НДС	Основы поляризационно - оптического метода, изохромы и изоклины, разделение главных напряжений, численное интегрирование и переход к объекту. Достижения и приложения – фотоупругие покрытия, метод «замораживания», когерентность лазерных источников, инфракрасный и ультрафиолетовый спектр. Геометрический, отраженной сетки и интерференционный муар. Голографическая и лазерная спекл интерферометрия. Сущность методов лаковых и керамических покрытий.	2	4	18	24
5	Эмпирические формулы(ЭФ)	Выбор эмпирической зависимости. Определение параметров методом средних, наименьших квадратов и общим	2	4	18	24

		ЭФ для описания ползучести мелкозернистого бетона и вычисление параметров зависимости деформаций от напряжений и продолжительности нагружения. Понятие о регрессивном анализе.				
6	Элементы планирования эксперимента. Моделирование и подобие	Однофакторный и концепции многофакторного экспериментов. Методики классического, факторного и полнофакторных исследований. Модели: геометрические, физические, аналоговые и математические. Теоремы подобия. Оценка точности.	2	4	18	24
		Итого	**18**	**18**	**108**	**144**

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».

Компе-тенция	**Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции**	**Критерии оценивания**	**Аттестован**	**Не аттестован**
ПК-3	**знать** современные методики подготовки планов и программ проведения научных исследований и разработок	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Показал знания лекционного материала и литературных источников.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	уметь организовывать проведение экспериментов и испытаний, анализировать и обобщать их результаты готовить задания для исполнителей,	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Показал знания лекционного материала и литературных источников	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть практическими приемами проведения научных исследований и разработок, а также проведения анализа и обобщения их результатов	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Показал знания лекционного материала и литературных источников	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 по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компе-тенция	**Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции**	**Критерии оценивания**	**Зачтено**	**Не зачтено**
ПК-3	**знать** современные методики подготовки планов и программ проведения научных исследований и разработок	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь организовывать проведение экспериментов и испытаний, анализировать и обобщать их результаты готовить задания для исполнителей,	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть практическими приемами проведения научных исследований и разработок, а также проведения анализа и обобщения их результатов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве 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. Метрологическим обеспечением является …:
   1) объект исследования; 2) привлечение математических методов; 3) планирование опыта; 4) система единиц измерений; 5) модель (подобие) объекта.
2. За одну из основных единиц измерения в механике принимается…:
   1) ньютон (Н); 2) секунда (с); 3) паскаль (Па); 4) джоуль (Дж); 5) герц (Гц).
3. Событие считается достоверным при вероятности реализации его p= …:
   1) 0.00; 2) 0.25; 3) 0.50; 4) 0.75; 5) 1.00.
4. При n независимых опытов, давших результаты $x_1, x_2, \ldots, , x_n$, стандарт $\tilde{\sigma}$ вычисляется по формуле . . . :
   1) $[\sum_{i=1}^{n}(x_i-\tilde{x})^2]/n$; 2) $[\sum_{i=1}^{n}(x_i-\tilde{x})^2]/(n-1)$; 3) $\sqrt{[\sum_{i=1}^{n}(x_i-\tilde{x})^2]/(n-1)}$; 4) $\sqrt{[\sum_{i=1}^{n}(x_i-\tilde{x})^2]/\tilde{x}}$; 5) $\sqrt{[\sum_{i=1}^{n}(x_i-\tilde{x})^2]/\tilde{x}}$, где $\tilde{x}=[\sum_{i=1}^{n}(x_i)]/n$.
5. Определить точечную оценку дисперсии, если в $n=3$ опытах $x_i=2,\ 2.4,\ 2.2$ и 1) 0.02; 2) 0.03; 3) 0.04; 4) 0.05; 5) 0.06.
6. Вычислить коэффициент вариации, если среднее арифметическое $\tilde{x}=20$, стандарт $\tilde{\sigma}=1$ и 1) 0.05; 2) 0.06; 3) 0.04; 4) 0.03; 5) 0.07.
7. Найти угловую деформацию γ_{xy}, если линейные$\varepsilon_x=20\cdot10^{-6}$, $\varepsilon_y=30\cdot10^{-6}$, $\varepsilon_{45^0}=35\cdot10^{-6}$ и 1) $-10\cdot10^{-6}$; 2) $0\cdot10^{-6}$; 3) $10\cdot10^{-6}$; 4) $20\cdot10^{-6}$; 5) $30\cdot10^{-6}$.
8. Определить линейную деформацию ε_α в случае $\alpha=45^0$, $sin45^0=cos45^0=1/\sqrt{2}$, $\varepsilon_x=30\cdot10^{-6}$, $\varepsilon_y=10\cdot10^{-6}$, $\gamma_{xy}=-10\cdot10^{-6}$ и 1) $-5\cdot10^{-6}$; 2) $5\cdot10^{-6}$; 3) $15\cdot10^{-6}$; 4) $-15\cdot10^{-6}$; 5) $25\cdot10^{-6}$.
9. Вычислить главную деформацию ε_{max} в случае $\varepsilon_x=30^{-6}$, $\varepsilon_y=-10^{-6}$, $\gamma_{xy}=-30\cdot10^{-6}$ и 1) $-15\cdot10^{-6}$; 2) $35\cdot10^{-6}$; 3) $-5\cdot10^{-6}$; 4) $25\cdot10^{-6}$; 5) $50\cdot10^{-6}$.
10. При $\varepsilon_x=-300\cdot10^{-6}$, $\varepsilon_y=-100\cdot10^{-6}$, $\gamma_{xy}=200\cdot10^{-6}$, $\alpha=22.5^0$ угловая деформация $\gamma_\alpha=$…: 1) $-101.5\cdot10^{-6}$; 2) $-101.5\cdot10^{-6}$; 3) $-141.4\cdot10^{-6}$; 4) $141.4\cdot10^{-6}$; 5) $-70.7\cdot10^{-6}$.
11. Для ПНС в случае заданных ε_x, ε_y , γ_{xy} , модуле E и коэффициенте ν напряжение σ_x определяется по формуле…: 1) $E\cdot\varepsilon_x/(1-\nu^2)$; 2) $E\cdot(\varepsilon_x+\nu\varepsilon_y)/(1-\nu^2)$;
    3) $E\cdot\nu(\varepsilon_x+\varepsilon_y)/(1-\nu^2)$; 4) $E\cdot\gamma_{xy}/2(1+\nu)$; 4) $E\cdot(\nu\cdot\varepsilon_x+\varepsilon_y)/(1-\nu^2)$.
12. В случае ПНС и заданных ε_x, ε_y , γ_{xy} , модуле E и коэффициенте ν вычисляют касательные напряжения τ_{xy} по формуле…: 1) $E\cdot\varepsilon_y/(1+\nu)$; 2) $E\cdot(\varepsilon_x+\varepsilon_y)/2(1+\nu)$; 3) $E\cdot\gamma_{xy}/(1+\nu)$; 4)$E\cdot\nu(\varepsilon_x+\varepsilon_y+\gamma_{xy})/2(1+\nu)$ 5)$E\cdot\gamma_{xy}/2(1+\nu)$.

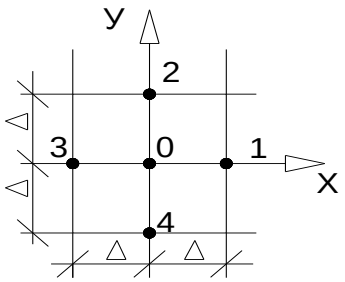
7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Через функции перемещений $u(x,y)$, $v(x,y)$ линейная деформация $\varepsilon_x(x,y)=$…:

1) $\partial v/\partial x$; 2) $\partial u/\partial y$; 3) $(\partial u/\partial y)+(\partial v/\partial x)$; 4) $\partial u/\partial x$; 5) $(\partial u/\partial x)+(\partial v/\partial y)$.

2.При функциях перемещений $u(x,y)$, $v(x,y)$ угловая деформация $\gamma_{xy}(x,y)=$…: 1)$(\partial u/\partial x)+(\partial v/\partial y)$; 2) $\partial u/\partial x$; 3) $\partial v/\partial y$; 4)$(\partial u/\partial y)+(\partial v/\partial x)$; 5)$\partial v/\partial x$.

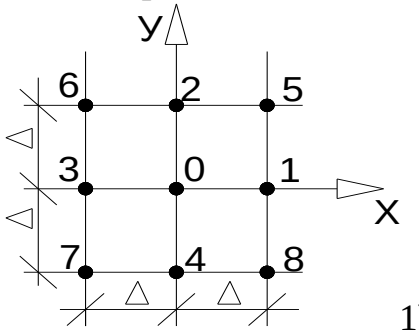
3.



Для представленного на рисунке случая, пр центральные конечные разности найдем $\varepsilon_{x(0)}$ по ф …:
1) $(u_1-u_0)/\Delta$; 2) $(u_0-u_3)/\Delta$; 3) $(v_2-v_4$ 4)$(u_1-u_3)/2\cdot\Delta$; 4)$(u_1-2\cdot u_0+u_3)/\Delta^2$.

4. С помощью конечных центральных разностей при изображенной на рисунке сетке можно определить угловую деформацию по формуле …:
1)$[(u_1-u_0)+(v_2-v_0)]/\Delta$; 2)$[(u_0-u_3)+(v_0-v_4)]/\Delta$;
3)$[(u_1-u_3)+(v_2-v_4)]/2\cdot\Delta$; 4)$(u_1-2u_0+u_3)/\Delta^2$;
5)$(v_2-2\cdot v_0+v_4)/\Delta^2$.

5. Зависимость $y=c\cdot x^a$ приводится к линейной с новыми переменными и постоянной по …: 1) $X=1/x$, $У=1/y$, $b=lna$; 2) $X=x$, $У=lng$, $b=lnc$; 3) $X=lgx$, $У=lgy$, $b=lgc$; 4) $X=x$, $У=x\cdot y$, $b=c$; 5) $X=x$, $У=1/y$, $b=c$;
6. Для зависимости $y=1/(ax+b)$ и выборки $x_i=0.2,\ 0.6,\ 0.8,\ 1.2; y_i=1.25,\ 1.00,\ 0.909,\ 0.769$, выполнив линеаризацию и применив метод средних, получим параметры a и b по …: 1) 0.6 и 0.75; 2) 0.5 и 0.8; 3) 0.6 и 0.7; 4) 0.5 и 0.7; 5) 0.7 и 0.5.
7. При опытных данных $x_i=2,3,4,5$ и $y_i=4,\ 3.333,\ 3,\ 2.800$, выполнив линеаризацию функции $y=a+(b/x)$, методом наименьших квадратов будем иметь постоянные a и b по …: 1) 1.5 и 3.5; 2) 1.7 и 3.7; 3) 2.0 и 4.0; 4) 2.1 и 3.9; 5) 2.2 и 4.0.
8. Для представленного на рисунке случая при $\varphi_0=10, \varphi_1=9,\ \varphi_2=8, \varphi_3=7$, $\varphi_4=8, \Delta=2$ в центральных конечных разностях производная $\partial^2\varphi_0/\partial y^2=$…:



1) 1; 2) 0.5; 3) 0.0; 4) -0.5 5) -1.

9. В центральных конечных разностях при изображенной на рисунке сетке и $\varphi_0=10$, $\varphi_5=12$, $\varphi_6=8$, $\varphi_7=6$, $\varphi_8=2$, $\Delta=1$. производная

$\partial^2\varphi_0/\partial x\partial =$…: 1) -1; 2) 0; 3) 1; 4) 2 5) 3.

10. При $x_1 = 20$, $y_1 = 0.80$ и $x_2 = 30$, $y_2 = 0.65$, по линейной интерполяции в случае $x = 24$ найдем $y =$…: 1) 0.76; 2) 0.75; 3) 0.74; 4) 0.73; 5) 0.72.
11. В сечениях балки, удаленных от опоры на $x_1 = 9$м, $x_2 = 11$м, $x_3 = 13$м, экспериментальные прогибы $v_1 = 2.00$ см , $v_2 = 2.30$ см , $v_3 = 2.20$ см . По формулам параболического интерполирования при $x = 12$ м прогиб v=…: 1) 2.4 см; 2) 2.3 см; 3) 2.25 см; 4) 2.35 см; 5) 2.31см.
12. Изохромы – геометрическое место точек с …: 1) $\tau_{xy} = const$; 2) $\sigma_1 - \sigma_2 = const$; 3) одинаковым наклоном экстремальных τ; 4) одинаковым наклоном главных напряжений; 5) $max\tau - \min\tau = const$.
13. Изоклины – геометрическое место точек с …: 1) $max\tau - \min\tau = const$. 2) одинаковым наклоном экстремальных τ; 3) $\sigma_1 - \sigma_2 = const$; 4) одинаковым наклоном главных напряжений; 5) $\tau_{xy} = const$.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. В сечении внецентренно сжимаемого с постоянным эксцентриситетом бетонного элемента заданными наибольшим деформациям $\varepsilon_1 = 1880 \cdot 10^{-6}$, $\varepsilon_2 = 1960 \cdot 10^{-6}$, $\varepsilon_3 = 2040 \cdot 10^{-6}$с шагом $\Delta\varepsilon = 80 \cdot 10^{-6}$ соответствуют расчетные усилия $F_1 = 230$ кН , $F_2 = 235$ кН, $F_3 = 200$ кН. По формулам параболического интерполирования экстремальное усилие $maxF =$ …: 1) 235 кН; 2) 236.5 кН; 3) 237.8 кН; 4) 238.1 кН; 5) 238.5 кН.
2. В сечениях балки, удаленных от опоры на $x_1 = 9$м, $x_2 = 11$м, $x_3 = 13$м, экспериментальные прогибы $v_1 = 2.00$ см , $v_2 = 2.30$ см , $v_3 = 2.20$ см . По формулам параболического интерполирования при $x = 12$ м прогиб v=…: 1) 2.4 см; 2) 2.3 см; 3) 2.25 см; 4) 2.35 см; 5) 2.31см.
3. Определить линейную деформацию ε_α в случае $\alpha = 45^0$, $sin45^0 = cos45^0 = 1/\sqrt{2}$, $\varepsilon_x = 30 \cdot 10^{-6}$, $\varepsilon_y = 10 \cdot 10^{-6}$, $\gamma_{xy} = -10 \cdot 10^{-6}$ и 1) $-5 \cdot 10^{-6}$; 2) $5 \cdot 10^{-6}$; 3) $15 \cdot 10^{-6}$; 4) $-15 \cdot 10^{-6}$; 5) $25 \cdot 10^{-6}$.
4. Вычислить главную деформацию ε_{max} в случае $\varepsilon_x = 30^{-6}$, $\varepsilon_y = -10^{-6}$, $\gamma_{xy} = -30 \cdot 10^{-6}$ и 1) $-15 \cdot 10^{-6}$; 2) $35 \cdot 10^{-6}$; 3) $-5 \cdot 10^{-6}$; 4) $25 \cdot 10^{-6}$; 5) $50 \cdot 10^{-6}$.
5. При $\varepsilon_x = -300 \cdot 10^{-6}$, $\varepsilon_y = -100 \cdot 10^{-6}$, $\gamma_{xy} = 200 \cdot 10^{-6}$, $\alpha = 22.5^0$ угловая деформация $\gamma_\alpha =$ …: 1) $-101.5 \cdot 10^{-6}$; 2) $-101.5 \cdot 10^{-6}$; 3) $-141.4 \cdot 10^{-6}$; 4) $141.4 \cdot 10^{-6}$; 5) $-70.7 \cdot 10^{-6}$.
6. Для ПНС в случае заданных ε_x, ε_y, γ_{xy}, модуле E и коэффициенте ν напряжение σ_x определяется по формуле…: 1) $E \cdot \varepsilon_x/(1-\nu^2)$; 2) $E \cdot (\varepsilon_x + \nu\varepsilon_y)/(1-\nu^2)$;
   3) $E \cdot \nu(\varepsilon_x + \varepsilon_y)/(1-\nu^2)$; 4) $E \cdot \gamma_{xy}/2(1+\nu)$; 4) $E \cdot (\nu \cdot \varepsilon_x + \varepsilon_y)/(1-\nu^2)$.
7. В случае ПНС и заданных ε_x, ε_y, γ_{xy}, модуле E и коэффициенте ν

вычисляют касательные напряжения τ_{xy} по формуле…: 1) $E \cdot \varepsilon_y/(1+\nu)$; 2) $E \cdot (\varepsilon_x + \varepsilon_y)/2(1+\nu)$; 3) $E \cdot \gamma_{xy}/(1+\nu)$; 4)$E \cdot \nu(\varepsilon_x + \varepsilon_y + \gamma_{xy})/2(1+\nu)$ 5)$E \cdot \gamma_{xy}/2(1+\nu)$.

8. Зависимость $\text{у} = \text{с} \cdot x^a$ приводится к линейной с новыми переменными и постоянной по …: 1) $X = 1/x$, $\text{У} = 1/\text{у}$, $b = lna$; 2) $X = x$, $\text{У} = lng$, $b = ln\text{с}$; 3) $X = lgx$, $\text{У} = lgy$, $b = lgc$; 4) $X = x$, $\text{У} = x \cdot y$, $b = c$; 5) $X = x$, $\text{У} = 1/\text{у}$, $b = c$;
9. Для зависимости $\text{у} = 1/(ax + b)$ и выборки $x_i = 0.2,\ 0.6,\ 0.8,\ 1.2; y_i = 1.25,\ 1.00,\ 0.909,\ 0.769$, выполнив линеаризацию и применив метод средних, получим параметры a и b по …: 1) 0.6 и 0.75; 2) 0.5 и 0.8; 3) 0.6 и 0.7; 4) 0.5 и 0.7; 5) 0.7 и 0.5.
10. При опытных данных $x_i = 2, 3, 4, 5$ и $y_i = 4,\ 3.333,\ 3,\ 2.800$, выполнив линеаризацию функции $y = a + (b/x)$, методом наименьших квадратов будем иметь постоянные a и b по …: 1) 1.5 и 3.5; 2) 1.7 и 3.7; 3) 2.0 и 4.0; 4) 2.1 и 3.9; 5) 2.2 и 4.0.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Методы эмпирических исследований. Составляющие успеха и значимости эксперимента.
2. Событие и его реализация. Случайная величина (СВ), вероятность, достоверное и невозможное события. Истинное и действительное значения характеристики.
3. Кривые распределения и характеристические параметры СВ.
4. Точечные оценки СВ, распределенной по нормальному закону.
5. Обнаружение грубых ошибок и промахов в результатах опытов. Определение минимального, но достаточного количества испытаний.
6. Оценка расхождения между средними арифметическими значениями $\tilde{x}_I$ и $\tilde{x}_{II}$, полученными в n_I и n_{II}независимых опытах.
7. Метрология, единство и точность измерения, единицы (эталоны) механики, результат измерения, однородные и разнородные величины и допускаемы с ними действия.
8. Уравнения между физическими величинами и числовыми значениями. «Системы единиц», основные и произвольные единицы системы.
9. «Розетки» тензорезисторов. Линейная и угловая деформация произвольно ориентированного элемента, составляющие ε_α по координатным осям.
10. «Розетки» тензорезисторов. Главные деформации и направления их действия.
11. Закон Гука в обратной форме в случае плоской задачи.
12. Определение напряжений σ_x, σ_y, τ_{xy}, σ_α, τ_α, составляющих напряжений X, Y по координатным осям, по деформациям, установленным «розеткой» тензорезисторов.
13. Эмпирические формулы (ЭФ). Выяснение общего вида ЭФ. Линеаризация уравнений.
14. Определение параметров ЭФ способами выбранных точек и средних.

15. Сущность метода наименьших квадратов.
16. Особенности общего метода вычисления коэффициентов ЭФ.
17. Понятие о регрессивном анализе. Расчет параметров уравнения линейной регрессии по Чебышеву.
18. Краткие сведения о приборах, регистрирующих перемещения. Уравнения Коши и вычисление деформаций в конечных разностях через линейные перемещения.
19. Конечные разности при определении усилий через прогибы в балке.
20. Конечные разности при вычислении деформаций, усилий и напряжений при изгибе плиты через вертикальные перемещения.
21. Интерполирование и экстраполяция: формулы Лагранжа и Ньютона.
22. Линейное и параболическое интерполирование (прямое и обратное).
23. Физические основы поляризационно-оптического метода (ПОМ). Изохромы.
24. Физические основы фотоупругости. Изоклины.
25. Разделение главных напряжений по данным поляризационно-оптического метода при экспериментальном способе. Достижения и приложения фотоупругости.
26. Численное интегрирование при обработке результатов ПОМ. Достижения и приложения ПОМ.
27. Переход от модели в ПОМ к детали. Фотоупругие покрытия. Метод замораживания.
28. Муар: геометрический, отраженной сетки, интерференционный.
29. Голографическая и лазерная спекл интерферометрия.
30. Сущность методов лаковых и керамических покрытий.
31. Понятия о воспроизводимом эксперименте, корреляционной зависимости, достоверности исследования, концепциях теории математического эксперимента.
32. Решение задач по: определению наименьшего числа опытов, для которого среднее $\tilde{x}$ будет отличаться от действительного x не более чем на $\pm k$ стандартов; расчету объема выборки; условию достоверности изменения свойств; принадлежности $n1$ и $n2$ объемов опытов к одной случайной величине.
33. Предварительный и многофакторный (по классическому, последовательному, полнофакторному планам) эксперименты.
34. Подобные явления, модели и моделирование. Критерии и теоремы подобия.
35. Основные группы моделей: геометрические, аналоговые, математические.
36. Оценка точности и достоверности моделирования.
37. Приборы и аппаратура повышенных измерительных свойств. Экспериментальные методы изучения общего состояния тел с внедрением, как в процессе эксперимента, так и при обработке полученной информации новейших компьютерных программ: рентгеновский, теневого оптического каустика, анализа полей напряжений с использованием теплового излучения, механизмов разрушения (электронной

фрактографии).

7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачёт проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Введение. Сведения из теории вероятностей	ПК-3	Тест, зачёт
2	Метрологического обеспечение	ПК-3	Тест, зачёт
3	«Розетки» тензорезисторов и изучение ПНС. Экспериментальные перемещения и НДС	ПК-3	Тест, зачёт
4	Фотоупругость. Муар и его положения. Поисковые методы исследования НДС	ПК-3	Тест, зачёт
5	Эмпирические формулы	ПК-3	Тест, зачёт
6	Элементы планирования эксперимента. Моделирование и подобие	ПК-3	Тест, зачёт

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

8.1.1 Основная литература:

1. Шмелев Г. Д., Ишков А. Н., Воробьева Ю. А.Техническая экспертиза строительных конструкций гражданских зданий: учеб. пособие : рек. ВГАСУ. - Воронеж : [б. и.], 2011 -65 с.
2. Ушаков И. И., Мищенко В. Я., Ушаков С.И.Коррозионные повреждения стальных конструкций и основы диагностики: учебное пособие. - Москва : АСВ, 2013 -144 с.
3. Панин А. В. Долговечность, надежность, восстановление и усиление конструкций: лабораторный практикум : рек. ВГАСУ . - Воронеж : [б. и.], 2010 -59 с.

8.1.2 Дополнительная литература:

1. Плевков В. С., Мальганов А. И., Балдин И. В.Оценка технического состояния, восстановление и усиление строительных конструкций инженерных сооружений. - М. : АСВ, 2011 -313 с.
2. Шапиро Д.М. Теория и расчетные модели оснований и объектов геотехники: монография./ Воронеж: ИПЦ «Научная книга», 2012 – 164с.
3. Шмелев Г.Д., Ишков А. Н., Воробьева Ю. А.Техническая экспертиза строительных конструкций гражданских зданий: учеб. пособие : рек. ВГАСУ. - Воронеж : [б. и.], 2011 -1 электрон. опт. диск (CD-RW).

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. Консультирование посредством электронной почты, Skype, WhatsApp, Viber.
2. Использование презентаций при проведении лекционных занятий.
3. Программа OPEF для версии математического программного комплекса MathCad.
4. Программные продукты MS Office Word, Excel, Power Point.
5. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.
6. Adobe Reader
7. DjVuBrowserPlugin.
8. http: www.cchgeu.ru. Учебный портал ВГТУ.
9. http://cchgeu.ru/university/library/elektronnyy-katalog/ Электронный каталог Научной Библиотеки ВГТУ.
10. http://cchgeu.ru/education/cafedras/kafsm/Учебно-методические разработки кафедры строительной механики.
11. http://elibrary.ru
12. http://www.knigafund.ru
13. http://encycl.yandex.ru (энциклопедии и словари).

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Требования к условиям реализации дисциплины

№ п/п	Вид аудиторного фонда	Требования
1	Лекционная аудитория	Аудитория должна быть оборудована как обычной доской, так и техническими средствами для реализации мультимедийной технологии проведения лекции (проектор, экран, или интерактивная доска, Note-book.
2	Компьютерные классы.	Оснащение специализированной учебной мебелью. Оснащение техническими средствами обучения: ПК с возможностью подключения к локальным сетям и Интернету. Наличие ВТ из расчёта один ПК на одного студента.
3	Аудитория для практических занятий.	Аудитория должна быть оборудована как обычной доской, так и техническими средствами для реализациимультимедийной технологии проведения практических занятий (проектор, экран, или интерактивная доска, Note-book, или друг ПК).

Перечень материально-технического обеспечения дисциплины:

В наличии имеется специализированная аудитория (Лаборатория вычислительной техники кафедры строительной механики [ауд. 2121]),

оборудованная интерактивными технологиями представления видеоматериала при проведении лекционных и практических занятий, а также для выполнения расчетно-графических работ и проведения всех видов контрольных мероприятий с помощью компьютерного тестирования.

Лаборатория вычислительной техники оснащена: видеопроектором, интерактивной доской, 12 персональными компьютерами, лазерным принтером, специализированной учебной мебелью.

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

По дисциплине «Экспериментальные методы исследования НДС 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 расчета НДС конструкций. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать 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 удается 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 усвоения 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; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	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.