

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
«Математические программные комплексы»

Направление подготовки 08.04.01 Строительство

Программа «Теория и проектирование зданий и сооружений»

Квалификация выпускника магистр

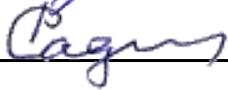
Нормативный период обучения 2 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2021

Автор программы  /А.Н. Аверин/

Заведующий кафедрой
строительной механики  /В.А. Козлов/

Руководитель ОПОП  /Сафронов В.С./

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

-подготовить будущего специалиста к решению задач строительной механики с помощью современных систем аналитических вычислений.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

-научить студента владеть и применять системы аналитических вычислений при проектировании и прочностных расчетах конструкций зданий и сооружений;

-дать студенту основополагающие знания по расчету стержневых и пластинчатых систем на прочность, жесткость и устойчивость методом конечного элемента с использованием современных вычислительных программных комплексов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Математические программные комплексы» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Математические программные комплексы» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 - Овладение знаниями методов проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчётного обоснования, в том числе с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования

ПК-2 - Способностью вести разработку эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования

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-1	знать теоретические основы современных методов проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчётного обоснования
	уметь использовать универсальные и специализированные программно-вычислительные комплексы и системы автоматизированного проектирования

	владеть современными методами проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчётного обоснования, с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования
ПК-2	знать современные методики разработки эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования
	уметь применять современные методики разработки эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования
	владеть практическими приемами разработки эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования
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 «Математические программные комплексы» составляет 3 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	72	72
Курсовая работа	+	+
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	108	108
зач.ед.	3	3

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 в системы компьютерной математики Maple, Mathcad.	Оболочка Maple, Mathcad. Стандартные библиотеки команд. Графика в Maple, Mathcad. Решение задач линейной алгебры: задание векторов и матриц, действия над матрицами, вычисление определителя матрицы, вычисление обратной матрицы, решение систем линейных алгебраических уравнений, вычисление собственных чисел и собственных векторов матрицы, решение системы нелинейных алгебраических уравнений. Задача линейного, квадратичного и нелинейного программирования. Краевая задача для системы обыкновенных дифференциальных уравнений ³	4	2	12	18
2	Построение матрицы жесткости, вектора реакций, матрицы масс для стержневого конечного элемента в Maple.	Система дифференциальных уравнений относительно усилий и перемещений для стержня, работающего на растяжение-сжатие и изгиб. Статические и кинематические краевые условия. Способы задания нагрузки на стержень с помощью обобщенных функций Хевисайда (Heaviside) и Дирака (Dirac). Определение реакций по концам стержня от смещения опор и действия нагрузки. Построение матрицы жесткости, вектора реакций, матрицы масс для стержневого конечного элемента.	4	2	12	18
3	Алгоритм расчета стержневой системы методом конечного элемента.	Алгоритм расчета стержневой системы МКЭ. 1. Создание расчетной схемы 1.1. Задание информации об узлах. 1.2. Задание информации о стержнях. 1.3 Задание информации о связях, наложенных на узлы. 1.4 Задание информации о нагрузках на стержни. 1.5. Задание информации об узловой сосредоточенной нагрузке. 2 Вычислительный блок алгоритма 2.1 Вычисляем проекции длин стержней на координатные оси. 2.2 <i>Используя векторные и матричные</i>	4	2	12	18

		<p><i>операции вычисляем:</i> вектор длин стержней; вектор направляющих косинусов; вектор матриц жесткости; вектор матриц масс; вектор реакций (в локальной, а затем в глобальной системе координат, с учетом типа стержня в зависимости от способа примыкания стержня к узлам своим началом и концом).</p> <p>2.3 Создание матрицы индексов стержней. Для каждого стержня формируем строку матрицы 6 чисел: номера степеней свободы узла начала стержня (3 числа); номера степеней свободы узла конца стержня (3 числа). Вычисляем ширину ленты матрицы жесткости.</p> <p>2.4. Формирование матриц жесткости, матрицы масс и вектора реакций стержневой системы (с помощью матриц индексов стержней.).</p> <p>2.5 Удаляем строки и столбцы, отвечающих закрепленным степеням свободы в матрице жесткости и векторе реакций.</p> <p>3. Вычисление перемещений узлов и усилий в стержнях.</p> <p>3.1 Решаем систему линейных алгебраических уравнений, методом Гаусса, находим перемещения узлов.</p> <p>3.2 По известным перемещениям узлов вычисляем усилия в стержнях.</p> <p>3.3 По известным усилиям вычисляем напряжения в стержнях.</p> <p>3.4 Вычисляем главные напряжения, эквивалентные напряжения по теориям прочности. .</p> <p>4. Графическая иллюстрация результатов вычислений.</p> <p>4.1 Изображаем (в масштабе) деформированный вид стержневой системы, строим эпюры усилий: продольных, поперечных сил, изгибающих моментов.</p>				
4	Создание вычислительного комплекса по расчету плоских стержневых систем методом конечного элемента в системе Mahtcad.	<p>Вычислительные блоки комплекса.</p> <p>I. В цикле по числу стержней выполняется:</p> <p>1) построение матрицы жесткости в локальной системе координат;</p> <p>2) перевод матрицы жесткости из локальной системы координат в глобальную;</p>	2	4	12	18

	Сравнительные расчеты стержневых систем в ПК Лира	3) формирование полной матрицы реакций. II. Учет граничных условий III. Решение системы алгебраических уравнений IV. Вычисление усилий в стержнях V. Графическая иллюстрация результатов вычислений.				
5	Генерация уравнений конечного элемента плоской задачи теории упругости в системе компьютерной математики Maple.	Для прямоугольного конечного элемента плоской задачи теории упругости (4-узла, две степени свободы в узле) задаем поля перемещений $u(x,y), v(x,y)$ в виде полиномов с числом неизвестных коэффициентов равным 8. Коэффициенты полинома выражаем через координаты узлов, получаем поля перемещений. Используем формулы Коши находим линейные и угловые деформации. По формулам закона Гука определяем напряжения. В выражение для потенциальной энергии подставляем напряжения и деформации, интегрируем, получаем матрицу жесткости.	2	4	12	18
6	Генерация уравнений прямоугольного конечного элемента пластины в системе компьютерной математики Maple	Для прямоугольного конечного элемента пластины (4-узла, три степени свободы в узле) задаем поле прогибов пластины $W(x,y)$ в виде полинома с числом неизвестных коэффициентов равным 12. Вычисляем углы поворота нормали вокруг осей x и y , дифференцируя $W(x,y)$. Формируем списки координат узлов конечного элемента, обходя узлы против хода часовой стрелки. В выражения для прогибов и углов поворота подставляем координаты узлов. Получаем систему уравнений относительно перемещений узлов. Находим обратную матрицу, а затем функции формы. Поле перемещений (перемещения точек КЭ пластины) выражаются через функцию формы и вектор узловых перемещений. Линейные и угловые деформации волокна с координатой z выражаем через кривизны (вторые производные функции прогиба). По формулам закона Гука определяем напряжения. В выражение для потенциальной энергии подставляем напряжения и деформации, интегрируем, получаем матрицу жесткости.	2	4	12	18
		Итого	18	18	72	108

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 предусматривает выполнение курсовой работы в 3 семестре для очной формы обучения.

Тема курсовой работы: «Расчет прочности стержневых и пластинчатых систем в среде системы аналитических вычислений Maple.

Каждому студенту выдается расчетная схема: балки-стенки, плиты, полой оболочкой с указанием вида материала.

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

6.1 Темы индивидуальных заданий.

1. Построение матрицы жесткости и матрицы масс для стержневого конечного элемента в системе аналитических вычислений Mathcad.
2. Расчет прочности и жесткости балки-стенки на действие сосредоточенной силы (задача Файлона) в системе аналитических вычислений Maple.
1. Расчет прочности и жесткости пластины на изгиб с жестко закрепленным эллиптическим контуром на действие равномерно распределенной нагрузки в системе аналитических вычислений Maple.
2. Расчет прочности и жесткости прямоугольной пластины с шарнирным закреплением двух противоположных кромок на действие сосредоточенной силы (задача Леви) в системе аналитических вычислений Maple.
3. Расчет прочности и жесткости полой оболочки с шарнирным опиранием по контуру на действие равномерно распределенной нагрузки в системе аналитических вычислений Maple.

Курсовая работа включает в себя графическую часть расчетно-пояснительную записку.

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
ПК-1	знать теоретические основы современных методов проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчётного обоснования	знание теоретических основ современных методы расчётного обоснования	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь использовать универсальные и специализированные программно-вычислительные комплексы и системы автоматизированного проектирования	умение использовать специализированные программно-вычислительные комплексы и системы автоматизированного проектирования	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть современными методами проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчётного обоснования, с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования	владение современными методами проектирования и мониторинга	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-3	знать современные методики разработки эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования	знание современных методик проведения научных исследований	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь применять современные методики разработки эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования	умение анализировать результаты научных исследований	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть практическими приемами разработки эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем	владение практическими приемами проведения научных исследований	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	автоматизированного проектирования			
ПК-3	знать современные методики подготовки планов и программ проведения научных исследований и разработок	знание современных методик проведения научных исследований	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	умение анализировать результаты научных исследований	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	владение практическими приемами проведения научных исследований	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»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-1	знать теоретические основы современных методов проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчётного обоснования	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь использовать универсальные и специализированные программно-вычислительные комплексы и системы автоматизированного проектирования	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть современными методами проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчётного обоснования, с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

ПК-2	знать современные методики разработки эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь применять современные методики разработки эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть практическими приемами разработки эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
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

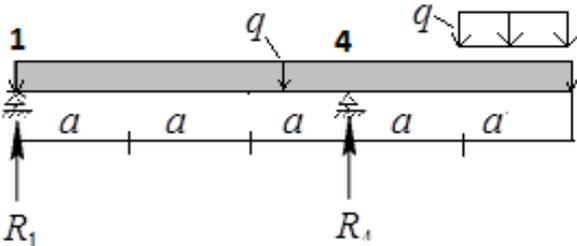
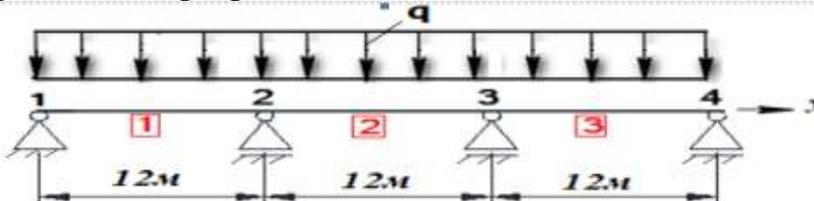
7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1	Что называется пределом пропорциональности материала? - <i>Максимальное напряжение, до которого материал подчиняется закону Гука.</i>
2	Что называется пределом текучести материала? - <i>Напряжение, при котором материал деформируется без увеличения нагрузки.</i>
3	Какие системы называются геометрически неизменяемыми ? - <i>Системы, перемещения отдельных точек которых возможны только в</i>

	<i>результате деформации систем.</i>
4	<p>Какие связи называются двухсторонними?</p> <p>-Если условия, налагаемые связями на перемещения (Δ_i) и усилия (X_i) в системе, выражаются уравнениями, то такие связи называются двухсторонними.</p>
5	<p>Какие связи называются односторонними?</p> <p>-Если условия, налагаемые связями на перемещения (Δ_i) и усилия (X_i) в системе, выражаются неравенствами или совокупностью уравнений с неравенствами., то такие связи называются односторонними.</p>
6	<p>Что такое пластический шарнир ?</p> <p>- Состояние сечения, когда во всех его точках развиваются пластические деформации, называют пластическим шарниром. Появление пластического шарнира означает исчерпание несущей способности сечения стержня.</p>
7	<p>Как определяется предельный изгибающий момент в сечении балки из упругопластического материала ?</p> <p>$M_{пред} = \sigma_T W_{пл}$, $W_{пл} = S_{сж} + S_p$,</p> <p>где σ_T-предел текучести; $S_{сж}$, S_p-статические моменты растянутой и сжатой частей сечения относительно нулевой линии.</p>
8	<p>Что такое линия влияния усилия? Что показывает ордината линии влияния ?</p> <p>- График изменения усилия в зависимости от положения единичного безразмерного груза ($P=1$).</p> <p>- Величину усилия при расположении единичного груза над данной ординатой.</p>
9	<p>Что такое смешанная линия влияния усилия ? Что показывает ордината смешанной линии влияния?</p> <p>- Смешанными линиями влияния называются кривые, выражающие закон изменения той или иной величины, возникающей в сооружении, в функции от абсциссы движущегося груза P при условии совместного действия этого груза с заданной неподвижной нагрузкой.</p> <p>-Величину усилия в сечении при действии постоянной нагрузки и временной, расположенной над этой ординатой.</p>
10	<p>Запишите точное и приближенное дифференциальное уравнение оси изогнутой балки.</p> <p>-Точное $\frac{d^2 V(x)}{dx^2} \left[1 + \left(\frac{dV(x)}{dx} \right)^2 \right]^{\frac{3}{2}} = -M(x)$</p> <p>-Приближенное</p> <p>$\frac{d^2 V(x)}{dx^2} = -M(x)$</p>

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1	<p>Записать систему уравнений в матричной форме</p> $\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 = 2 \\ 2x_1 - x_2 - 6x_3 = -1 \\ 3x_1 - 2x_2 = 8 \end{cases}$ $A := \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 2 & -1 & -6 \\ 3 & -2 & 0 \end{pmatrix} \quad p := \begin{pmatrix} 2 \\ -1 \\ 8 \end{pmatrix}, \quad Ax=p.$
2	Вычислить определитель матрицы A
3	Вычислить ранг матрицы A
4	Вычислить матрицу, обратную к матрице A методом Гаусса-Жордана
5	Решить систему уравнений $Ax=b$ методом обратной матрицы, сделать проверку.
6	Решить систему уравнений $Ax=b$ методом Гаусса, сделать проверку.
7	<p>Для балки</p>  <p>$a=2\text{м}; q=2\text{кН/м.} \quad R_1 = \frac{4}{3} \quad R_4 = \frac{68}{3}$</p> <p>построить эпюру изгибающих моментов на основе программы Mathcad.</p>
8	<p>Выполнить расчет неразрезной балки</p>  <p>с помощью уравнений 3-х моментов и проверить результаты расчетов в ПВК Лира ($q=10\text{кН/м}; EJ=6920\text{кНм}^2$).</p>
9	Определить усилия в стержнях фермы и проверить результаты расчетов в ПВК Лира

<p>10</p>	<p>Построить эпюры изгибающих моментов, поперечных и продольных сил в ПКВ Лира</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="279 683 774 1220"> </div> <div data-bbox="853 728 1300 1153"> </div> </div> <p>Модуль упругости $E=3,0E7$ кН/м² Тип 1 $J=1.6E(-03)$ м⁴; $A=1.2E(-01)$ м² Тип 2 $J=5.4E(-03)$ м⁴; $A=1.8E(-01)$ м²</p>

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

<p>1</p>	<p>Функция напряжений задана формулой</p> $\varphi = -50 \cdot y^3$ <p>найти выражения для нормальных и касательных напряжений</p> <p>А. $\sigma_x = -300y, \sigma_y = 0, \tau_{xy} = 0$.</p> <p>Б. $\sigma_x = -300y, \sigma_y = 300, \tau_{xy} = 0$.</p> <p>В. $\sigma_x = 0, \sigma_y = 300x, \tau_{xy} = 300$.</p> <p>Г. $\sigma_x = -300y, \sigma_y = 0, \tau_{xy} = 150y^2$.</p>
<p>2</p>	<p>Функция напряжений задана формулой</p> $\varphi = -50 \cdot y^3$ <p>найти выражения для линейных и угловых деформаций</p> <p>А. $\varepsilon_x = -\frac{300}{E}, \varepsilon_y = \frac{300y}{E}, \gamma_{xy} = 0$.</p>

Б. $\varepsilon_x = -\frac{300y}{E}, \varepsilon_y = \frac{300\mu y}{E}, \gamma_{xy} = 0.$

В. $\varepsilon_x = -\frac{300y}{E}, \varepsilon_y = \frac{300y}{E}, \gamma_{xy} = 0.$

Г. $\varepsilon_x = -\frac{300\mu y}{E}, \varepsilon_y = \frac{300y}{E}, \gamma_{xy} = 0.$

3 Напряженно-деформированное состояние пластинки, показанной на рис. 3.1 представляет собой

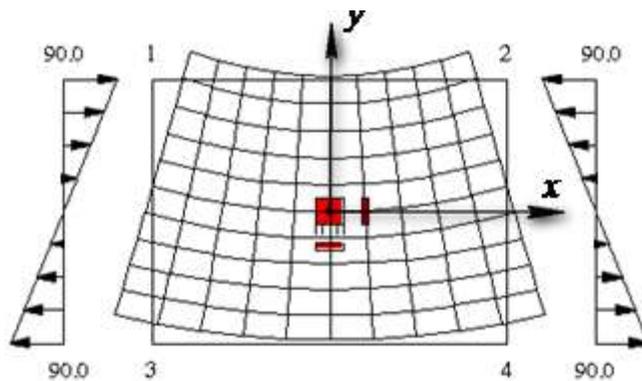


Рис.3.1

- А. чистый сдвиг
- Б. чистый изгиб
- В. чистое растяжение
- Г. растяжение-сжатие

4 Напряженно-деформированное состояние пластинки, показанной на рис. 4.1 представляет собой

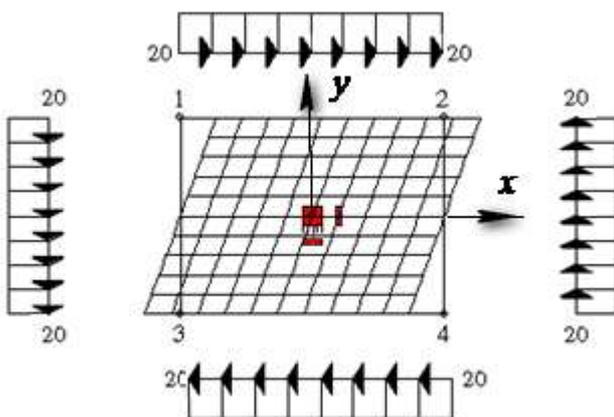


Рис.4.1

- А. чистый сдвиг
- Б. чистый изгиб
- В. чистое растяжение

Г. Растяжение-сжатие

5 На рис. 5.1 показана балка-стенка, на рис. 5.2 показаны эпюры

....

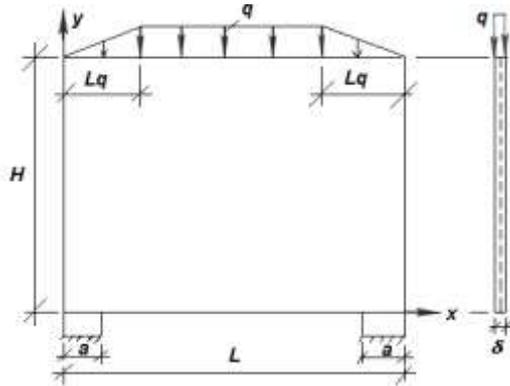


Рис.5.1

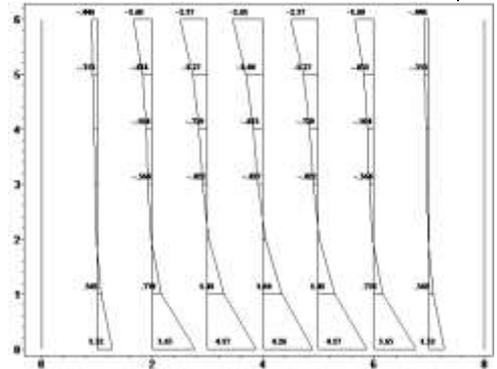


Рис.5.2

- А. нормальных напряжений σ_y
- Б. нормальных напряжений σ_x
- В. касательных напряжений τ_x
- Г. наибольших касательных напряжений τ_i

6 На рис. 6.1 показана балка-стенка, на рис. 6.2 показаны эпюры

....

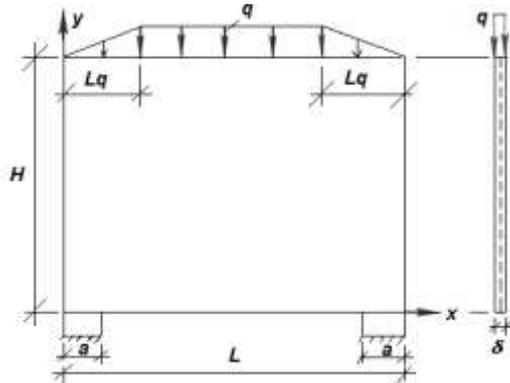


Рис.6.1

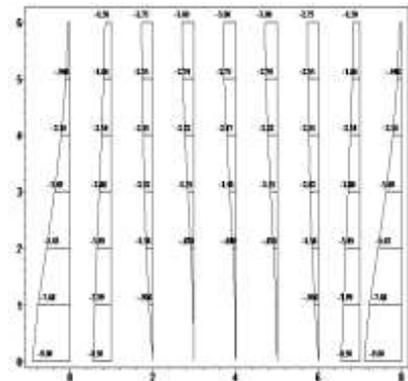


Рис.6.2

- А. нормальных напряжений σ_y
- Б. нормальных напряжений σ_x
- В. касательных напряжений τ_x
- Г. наибольших касательных напряжений τ_i

7

На рис. 7.1 показана балка-стенка, на рис. 7.2 показаны эпюры
....

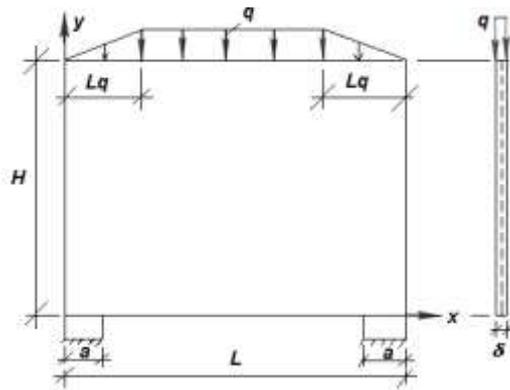


Рис. 7.1

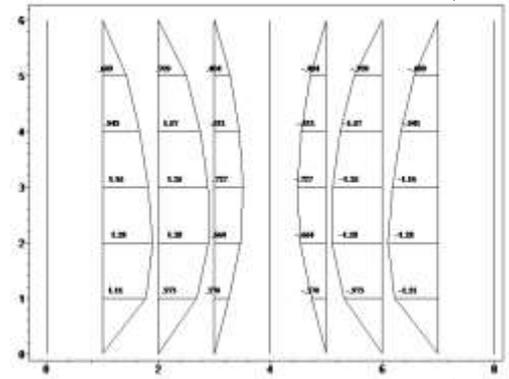


Рис.7.2

- А. нормальных напряжений σ_y
- Б. нормальных напряжений σ_x
- В. касательных напряжений τ_x
- Г. наибольших касательных напряжений τ_i

8

На рис. 8.1 показана пластина с эллиптическим жестко закрепленным контуром, а на рис. 8.2 показана

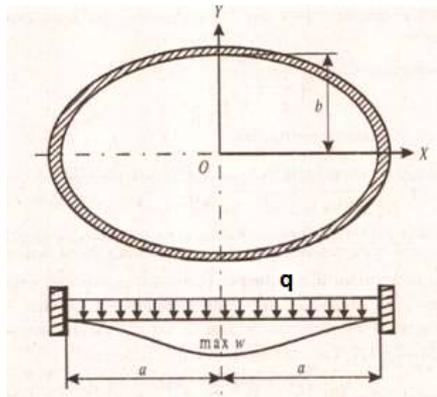
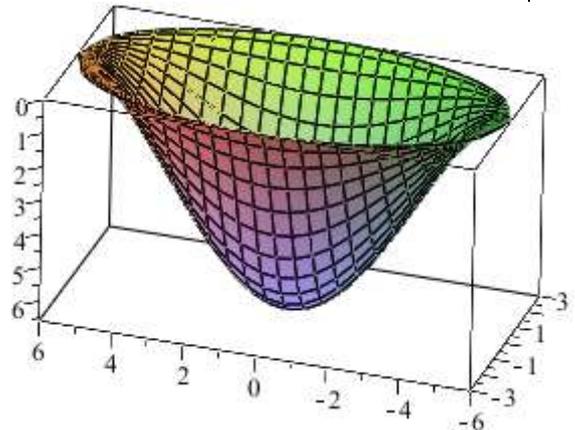


Рис.8.1



- А. поверхность изгибающих моментов M_x
- Б. поверхность крутящих моментов M_{xy}
- В. поверхность изгибающих моментов M_y
- Г. изогнутая срединная поверхность пластины W

9

На рис. 9.1 показана пластина с эллиптическим жестко закрепленным контуром, а на рис. 9.2 показана

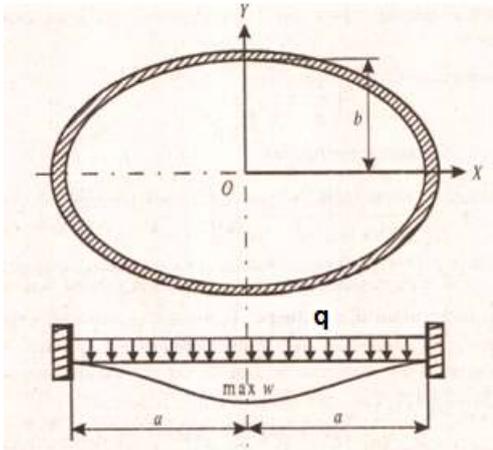


Рис. 9.1

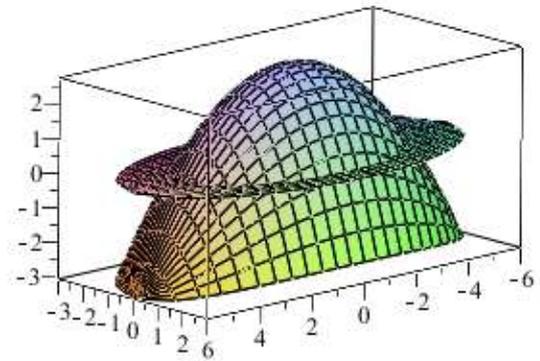


Рис.9.2

- А. поверхность изгибающих моментов M_x
- Б. поверхность крутящих моментов M_{xy}
- В. поверхность изгибающих моментов M_y
- Г. изогнутая срединная поверхность пластины W

10

На рис. 10.1 показана пластина с эллиптическим жестко закрепленным контуром, а на рис. 10.2 показана

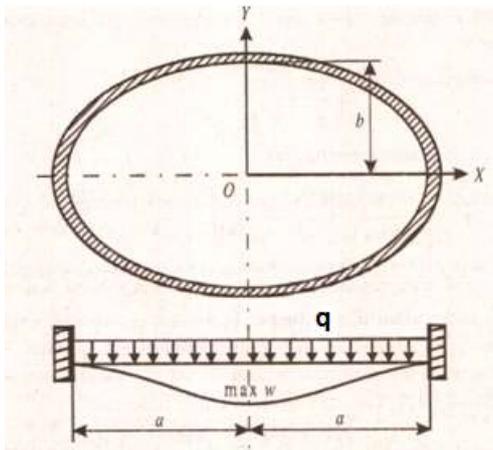


Рис. 10.1

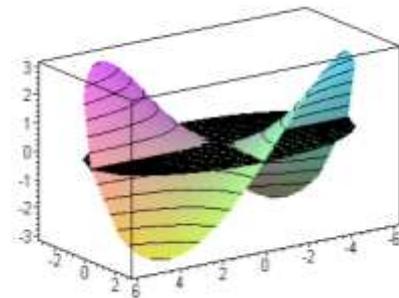


Рис. 10.2

- А. поверхность изгибающих моментов M_x
- Б. поверхность крутящих моментов M_{xy}
- В. поверхность изгибающих моментов M_y
- Г. изогнутая срединная поверхность пластины W

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Система Maple, введение. Команды Maple, стандартные библиотеки команд. Объекты Maple: последовательности, списки, множества. Структура и типы объектов. Конвертирование объектов. Графика в Maple.
2. Действия над матрицами. Численное и **символьное** решение систем линейных алгебраических уравнений. Собственные числа и собственные векторы матрицы. Решение системы нелинейных алгебраических уравнений.
3. Команды дифференцирования и интегрирования прямого и отложенного исполнения. Решение систем обыкновенных дифференциальных уравнений (краевая задача).
4. Изгиб стержня. Система дифференциальных уравнений относительно усилий и перемещений. Статические и кинематические краевые условия. Способы задания нагрузки на стержень с помощью обобщенных функций Хевисайда (Heaviside) и Дирака (Dirac). Определение реакций по концам стержня от смещения опор и действия нагрузки.
5. Построение матрицы жесткости и вектора реакций конечного элемента стержня в локальных осях. Формирование матрицы жесткости и вектора реакций стержневой системы. Формулы перехода от локальных осей к глобальным осям для матрицы жесткости и вектора реакций.
6. Введение в **Mahtcad**. Графический интерфейс. Панели инструментов. Построение арифметических выражений и их вычисления. Действия над матрицами и векторами. Решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Построение плоских и пространственных графических объектов. Работа с файлами данных.
7. Структура и организация файлов исходных данных метода конечных элементов для плоских стержневых систем. Программная генерация файлов для регулярных стержневых систем. Формирование матриц жесткости и векторов реакций для КЭ различных типов. Формирования разрешающих уравнений глобального ансамбля, способы их решений. Вычисление перемещений и усилий. Построение эпюр. Вычисление опорных реакций. Проверка равновесия узлов и стержней
8. Расчет прочности и жесткости балки -стенки методом конечного элемента в ПК Лира.
9. Балка-стенка, анализ сходимости и оценка порядка точности конечно-элементных решений по перемещениям и усилиям на последовательности вложенных сеток.
10. Балка-стенка, повышение точности решений балки - стенки на последовательности вложенных сеток, экстраполяция Ричардсона.
11. Расчет прочности и жесткости плиты с жестко закрепленным эллиптически контуром на действие равномерно распределенной нагрузки методом конечного элемента в ПК Лира.

12. Плита с жестко закрепленным эллиптически контуром, анализ сходимости и оценка порядка точности конечно-элементных решений плиты по перемещениям и усилиям на последовательности вложенных сеток.
13. Плита с жестко закрепленным эллиптически контуром, повышение точности решений на последовательности вложенных сеток, экстраполяция Ричардсона.
14. Расчет прочности и жесткости полой оболочки с шарнирным опиранием по контуру на действие равномерно распределенной нагрузки методом конечного элемента в ПВК Лира.
15. Пологая оболочка, анализ сходимости и оценка порядка точности конечно-элементных решений по перемещениям и усилиям на последовательности вложенных сеток.
16. Пологая оболочка, повышение точности решений на последовательности вложенных сеток, экстраполяция Ричардсона.

7.2.5. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

(Например: Экзамен 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.)

7.2.6 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Введение в системы компьютерной математики Maple, Mathcad.	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Тестирование, защита курсовой работы, зачет
2	Построение матрицы жесткости, вектора реакций, матрицы масс для стержневого конечного элемента в Maple.	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Тестирование, защита курсовой работы, зачет
3	Алгоритм расчета стержневой системы методом конечного элемента	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Тестирование, защита курсовой работы, зачет

4	Создание вычислительного комплекса по расчету плоских стержневых систем методом конечного элемента в системе Mathcad. Сравнительные расчеты стержневых систем в ПВК Лира	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Тестирование, защита курсовой работы, зачет
5	Генерация уравнений конечного элемента плоской задачи теории упругости в системе компьютерной математики Maple.	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Тестирование, защита курсовой работы, зачет
6	Генерации уравнений прямоугольного конечного элемента пластины в системе компьютерной математики Maple	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Тестирование, защита курсовой работы, 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 методике 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 методике 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 методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1.1 Основная литература

1. Александров А.В., Потапов В.Д., Соппротивление материалов. Основы теории упругости и пластичности: Учеб. для вузов. – М.: Высш. шк. 2002 г. – 400 с. - Режим доступа: <https://search.rsl.ru/ru/record/01000963918>
2. Дарков А. В., Шапошников Н. Н. Д 20 Строительная механика: Учебник. 9-е изд., испр.—СПб.: Издательство «Лань», 2010. — 656 с.: ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература). ISBN 978-5-8114-0576-3.
3. Говорухин В., Цибулин В. Компьютер в математическом исследовании. Учебный курс. - СПб.: Питер, 2001. - 624 с.: ил.
4. ISBN 5-272-00220-2

8.1.2 Дополнительная литература

1. Сафронов В.С., Гриднев С.Ю., Барченкова Н.А. Обучение в магистратуре по программе «Теория и проектирование зданий и сооружений». Учебно-методическое пособие. [Электронный ресурс]/Воронеж, 2020.
2. Городецкий Д.А., Барабаш М.С., Водопьянов Р.Ю., Титок В.П., Артамонова А.Е. ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ЛИРА-САПР 2014 Руководство пользователя. Обучающие примеры. -М.: Электронное издание, 2014.,_с. 324.

8.1.3 Периодическая литература

1. «Строительная механика и конструкции» (научный журнал ВГТУ).

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.
2. Использование презентаций при проведении лекционных занятий.
3. Базы данных, информационно-справочная и нормативная документация по разделам «Строительство» и «Расчёт строительных конструкций».
4. Программные продукты MS Office Word, MS Office Excel.
5. Программный комплекс ЛИРА-САПР-2016.
6. Вычислительная статистическая программа STADIA разработки Московского государственного университета (НПО «Информатика и компьютеры»).
7. Вычислительный пакет MatLab.
8. Информационно-поисковая система «СтройКонсультант»: доступ в локальной сети ВГТУ (библиотечный корпус).
9. <http://www.cchgeu.ru>. Учебный портал ВГТУ.
10. <http://cchgeu.ru/university/library/elektronnyu-katalog/> Электронный каталог

Научной Библиотеки ВГТУ.

11. <http://cchgeu.ru/education/cafedras/kafsm/> Учебно-методические разработки кафедры строительной механики.
12. ELIBRARY.ru;
13. <https://картанауки.рф/>;
14. dwg.ru.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
<p style="text-align: center;">Ауд. 2121</p> <p style="text-align: center;">Комплект учебной мебели: -рабочее место преподавателя (стол, стул); -рабочие места обучающихся (столы, стулья) на 23 человека</p> <p>Персональные компьютеры с установленным ПО, подключенные к сети Интернет – 11 штук Типовой ком-кт д/информатики Интерактивный комплект SMART SBM680A5</p>	<p style="text-align: center;">394006, Воронежская область, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября д. 84 (Здание – учебный корпус №2)</p>
<p style="text-align: center;">Ауд. 3117</p> <p style="text-align: center;">Комплект учебной мебели: -рабочее место преподавателя (стол, стул); -рабочие места обучающихся (столы, стулья) на 150 человек</p> <p style="text-align: center;">Акустическая система Система акустическая Экран с электроприводом Spectra</p>	<p style="text-align: center;">394006, Воронежская область, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября д. 84 (Здание – учебный корпус №3)</p>
<p style="text-align: center;">Ауд. 2303</p> <p style="text-align: center;">Комплект учебной мебели: -рабочее место преподавателя (стол, стул); -рабочие места обучающихся (столы, стулья) на 30 человек</p>	<p style="text-align: center;">394006, Воронежская область, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября д. 84 (Здание – учебный корпус №2)</p>
<p style="text-align: center;">Ауд. 2307</p> <p style="text-align: center;">Комплект учебной мебели: -рабочее место преподавателя (стол, стул); -рабочие места обучающихся (столы, стулья) на 26 человек</p>	<p style="text-align: center;">394006, Воронежская область, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября д. 84 (Здание – учебный корпус №2)</p>
<p style="text-align: center;">Ауд. 2104</p> <p style="text-align: center;">Комплект учебной мебели: -рабочее место преподавателя (стол, стул); -рабочие места обучающихся (столы, стулья) на 20 человек</p> <p>1. Комплект плакатов для сварочного производства</p>	<p style="text-align: center;">394006, Воронежская область, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября д. 84 (Здание – учебный корпус №2)</p>

<p>Ауд. 6412</p> <p>Комплект учебной мебели: -рабочее место преподавателя (стол, стул); -рабочие места обучающихся (столы, стулья) на 30 человек</p>	<p>394006, Воронежская область, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября д. 84 (Здание – учебный корпус №6)</p>
<p>Ауд. 2305</p> <p>Комплект учебной мебели: -рабочее место преподавателя (стол, стул); -рабочие места обучающихся (столы, стулья) на 30 человек</p>	<p>394006, Воронежская область, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября д. 84 (Здание – учебный корпус №2)</p>
<p>Ауд. 2209</p> <p>Комплект учебной мебели: -рабочее место преподавателя (стол, стул); -рабочие места обучающихся (столы, стулья) на 42 человека</p>	<p>394006, Воронежская область, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября д. 84 (Здание – учебный корпус №2)</p>

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

По дисциплине «Математические программные комплексы» читаются лекции, проводятся практические занятия, выполняется курсовая работа.

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 при решении задач строительной механики с помощью современных систем аналитических вычислений. Научить будущего специалиста владеть и применять системы аналитических вычислений при проектировании и прочностных расчетах конструкций зданий и сооружений. Дать студенту основополагающие знания по расчету стержневых и пластинчатых систем на прочность, жесткость и устойчивость методом конечного элемента с использованием современных вычислительных программных комплексов.

Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

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

	<p>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.</p>
<p>Практическое занятие</p>	<p>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.</p>
<p>Самостоятельная работа</p>	<p>Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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.
<p>Подготовка к промежуточной аттестации</p>	<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>