

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



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

«Расчёт тонкостенных пространственных 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

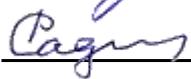
Автор программы


/Резунов А.В./

Заведующий кафедрой
Строительной механики


/ Козлов В.А./

Руководитель ОПОП


/Сафронов В.С./

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Дисциплина «Расчет тонкостенных пространственных конструкций» имеет своей целью ознакомить будущего специалиста с методами, используемыми при проектировании и прочностных расчетах тонкостенных пространственных конструкций зданий и сооружений.

1.2. Задачи освоения дисциплины

– научить студента владеть и применять методы, используемые при проектировании и прочностных расчетах тонкостенных пространственных конструкций зданий и сооружений.

– ознакомиться с особенностями статического и динамического расчета тонкостенных пространственных конструкций зданий и сооружений с использованием современных вычислительных комплексов.

Приобретенные в процессе обучения навыки способствуют формированию инженерного мышления.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Расчёт тонкостенных пространственных конструкций» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Расчёт тонкостенных пространственных конструкций» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 - Обладание 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 специализирован-

	ные 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 «Расчёт тонкостенных пространственных конструкций» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		2
Аудиторные занятия (всего)	48	48
В том числе:		
Лекции	16	16
Практические занятия (ПЗ), в том числе в форме практической подготовки	16 (8)	16 (8)
Лабораторные работы (ЛР)	16	16

Самостоятельная работа	105	105
Курсовая работа	+	+
Часы на контроль	27	27
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лек ц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Расчет тонкостенных стержней	Понятие тонкостенного стержня. Применение тонкостенных стержней в строительстве. Понятие о депланации. Свободное кручение тонкостенных стержней открытого и закрытого профилей. Понятие центра кручения. Определение секториальных геометрических характеристик поперечного сечения тонкостенного стержня открытого профиля. Определение положения центра кручения. Основные дифференциальные зависимости при стесненном кручении тонкостенного стержня открытого профиля. Решение дифференциального уравнения стесненного кручения. Определение напряжений и проверка прочности при стесненном кручении	4	6 (3)	6	24	40
2	Теория оболочек	Определение оболочки, срединной поверхности, нормальных сечений, центра кривизны, радиуса кривизны, кривизны. Гауссова кривизна. Классификация оболочек по гауссовой кривизне. Линии кривизны. Их свойства. Коэффициенты первой и второй квадратичной формы. Соотношения Кодацци-Гаусса. Перемещения и деформации оболочек. Напряжения и внутренние усилия в оболочках. Типы напряженного состояния оболочек. Вывод уравнений равновесия для безмоментной теории оболочек (БТО). Условия реализации безмоментного напряженного состояния. Частные случаи БТО. Связь с уравнениями теории упругости. Осесимметричное нагружение оболочек вращения. Особенности расчета на основные виды нагрузок. Расчет сферического купола. Деформации и перемещения при осесимметричном нагружении оболочек вращения. Краевой эффект. Вычисление усилий от краевого эффекта на примере сопряжения	8	4 (3)	4	36	52

		стенки и днища вертикального цилиндрического резервуара. Линейная теория полых оболочек. Устойчивость пластин. Устойчивость оболочек.					
3	Расчет и проектирование тонкостенных конструкций	Применение тонкостенных конструкций в строительстве. Основные типы конструкций. Проектирование тонкостенной пространственной конструкции на примере железобетонного сферического купола.	4	6 (2)	6	45	61
Итого:			16	16 (8)	16	105	153

Практическая подготовка при освоении дисциплины (модуля) проводится путем непосредственного выполнения обучающимися отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью, способствующих формированию, закреплению и развитию практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы на практических занятиях и (или) лабораторных работах.

№ п/п	Перечень выполняемых обучающимися отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью	Формируемые профессиональные компетенции
1	Выбор расчетной модели рассматриваемой конструкции	ПК-1, ПК-2, ПК-3
2	Сбор нагрузок	ПК-1, ПК-2, ПК-3
3	Выполнение расчетов и анализ полученных результатов	ПК-1, ПК-2, ПК-3

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Вычисление секториальных характеристик тонкостенного стержня открытого профиля в среде Mathcad и с помощью КТС ВК Лиры.
2. Нахождение с силовых факторов при стесненном кручении тонкостенного стержня открытого профиля для произвольной нагрузки и нескольких участков загрузения в среде Mathcad.
3. Вычисление напряжений в заданном сечении тонкостенного стержня открытого профиля в среде Mathcad и с помощью КТС ВК Лиры.
4. Расчет тонкостенных сосудов по безмоментной теории.

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

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы во 2 семестре для очной формы обучения.

Тема курсовой работы: «Пространственный расчет тонкостенного стержня открытого профиля».

Каждому студенту выдается форма поперечного сечения и расчетная схема тонкостенного стержня с действующими нагрузками и значениями упругих постоянных.

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- Вычисление геометрических характеристик поперечного сечения в среде Mathcad и с помощью ВК Лири.
- Построение эпюр перемещений и силовых факторов в среде Mathcad.
- Построение эпюр нормальных и касательных напряжений в заданном сечении в среде Mathcad и с помощью ВК Лири.

Курсовая работа включает в себя графическую часть и 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 методов проектирования и мониторинга	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочей программе	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочей программе
	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 рабочей программе	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочей программе
	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 рабочей программе	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочей программе
ПК-2	знать современные методики	знание современных	Выполнение работ в срок,	Невыполнение работ в срок, предусмотрен-

	разработки эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования	методик разработки эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов	предусмотренный в рабочей программе	ный в рабочей программе
	уметь применять современные методики разработки эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования	умение применять современные методики разработки эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочей программе	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочей программе
	владеть практическими приемами разработки эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования	Владение практическими приемами разработки эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочей программе	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочей программе
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 рабочей программе	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочей программе
	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 рабочей программе	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочей программе
	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 рабочей программе	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочей программе

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются во 2 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-1	знать теоретические основы современных методов проектирования и мониторинга зданий и	Экзаменационный билет с двумя вопросами	Полный ответ на оба вопроса	Полный ответ на один вопрос и неполный на второй	Неполный ответ на оба вопроса	Отсутствие ответов на оба вопроса билета

	сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчётного обоснования					
	уметь использовать универсальные и специализированные программно-вычислительные комплексы и системы автоматизированного проектирования	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех задач, но не получен верный ответ во всех задачах	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	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех задач, но не получен верный ответ во всех задачах	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	Экзаменационный билет с двумя вопросами	Полный ответ на оба вопроса	Полный ответ на один вопрос и неполный на второй	Неполный ответ на оба вопроса	Отсутствие ответов на оба вопроса билета
	уметь применять современные методики разработки эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех задач, но не получен верный ответ во всех задачах	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 автоматизиро-	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех задач, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	ванного проектирования					
ПК-3	знать современные методики подготовки планов и программ проведения научных исследований и разработок	Экзаменационный билет с двумя вопросами	Полный ответ на оба вопроса	Полный ответ на один вопрос и неполный на второй	Неполный ответ на оба вопроса	Отсутствие ответов на оба вопроса билета
	уметь организовывать проведение экспериментов и испытаний, анализировать и обобщать их результаты, готовить задания для исполнителей	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех задач, но не получен верный ответ во всех задачах	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	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех задач, но не получен верный ответ во всех задачах	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. Выражение для деформации через секториальную координату и угол закручивания имеет вид (ось x направлена по оси тонкостенного стержня)

$$1) u = \frac{d\varphi}{dx} \cdot \omega, \quad 2) u = -\frac{d\varphi}{dx} \cdot \omega, \quad 3) u = \frac{d\omega}{dx} \cdot \varphi, \quad 4) u = -\frac{d\omega}{dx} \cdot \varphi.$$

2. Секториальный статический момент имеет размерность

$$1) m^2, \quad 2) m^3, \quad 3) m^4, \quad 4) m^5.$$

3. Выражение для секториального момента инерции имеет вид

$$1) J_{\omega} = \int_A \omega^2 dA, \quad 2) J_{\omega} = \int_A \omega dA, \quad 3) J_{\omega} = 2 \int_A \omega^2 dA, \quad 4) J_{\omega} = - \int_A \omega dA.$$

4. Центром кручения называется полюс, для которого

1) Секториальный статический момент равен нулю.

2) Секториальный момент инерции равен нулю.

3) Секториальные центробежные моменты инерции равны нулю.

4) Секториальный статический момент и секториальный момент инерции равны нулю.

5. Дифференциальное уравнение для углов закручивания при стесненном кручении имеет вид (k – изгибно-крутильная характеристика)

$$1) \frac{d^4\varphi}{dx^4} + k^2 \frac{d^2\varphi}{dx^2} = \frac{m}{EJ_{\omega}}, \quad 2) \frac{d^3\varphi}{dx^3} + k \frac{d^2\varphi}{dx^2} = \frac{m}{EJ_{\omega}} \quad 3) \frac{d^4\varphi}{dx^4} + k^2 \frac{d^2\varphi}{dx^2} = \frac{m}{GJ_{\omega}}$$

$$4) \frac{d^4\varphi}{dx^4} - k^2 \frac{d^2\varphi}{dx^2} = \frac{m}{EJ_{\omega}}.$$

6. Выражение для бимомента имеет вид

$$1) \mathbf{B}_\omega = \int_A \sigma_\omega \omega dA, \quad 2) \mathbf{B}_\omega = \int_A \frac{\sigma_\omega}{\omega} dA, \quad 3) \mathbf{B}_\omega = 2 \int_A \frac{\sigma_\omega}{\omega} dA$$

$$4) \mathbf{B}_\omega = \int_A \sigma_\omega \omega^2 dA.$$

7. В жёсткой заделке при стесненном кручении тонкостенного стержня открытого профиля должны выполняться следующие условия:

$$1) \varphi = 0, \quad \varphi' = 0, \quad 2) \varphi = 0, \quad \mathbf{B}_\omega = 0, \quad 3) \mathbf{M}_\omega = 0, \quad \mathbf{B}_\omega = 0,$$

$$4) \varphi = 0, \quad \varphi'' = 0.$$

8. Выражение для гауссовой кривизны Γ через главные кривизны k_1 и k_2 имеет вид

$$1) \Gamma = k_1 + k_2, \quad 2) \Gamma = k_1 - k_2, \quad 3) \Gamma = \frac{k_1}{k_2}, \quad 4) \Gamma = k_1 \cdot k_2.$$

9. Уравнение Лапласа для расчета тонкостенных сосудов по безмоментной теории имеет вид

$$1) \frac{\sigma_m}{\rho_m} + \frac{\sigma_t}{\rho_t} = \frac{P}{\delta}, \quad 2) \frac{\sigma_m}{\rho_m} \cdot \frac{\sigma_t}{\rho_t} = \frac{P}{\delta}, \quad 3) \frac{\sigma_m}{\rho_m} - \frac{\sigma_t}{\rho_t} = \frac{P}{\delta}, \quad 4) \frac{\sigma_m}{\rho_m} - \frac{\sigma_t}{\rho_t} = \frac{P}{\gamma}.$$

10. Гауссова кривизна прямого кругового цилиндра равна (R – радиус основания цилиндра)

$$1) 2R, \quad 2) 1, \quad 3) R^2, \quad 4) 0.$$

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Построение эпюры секториальных координат для тонкостенного сечения открытого профиля.
2. Вычисление секториальных центробежных моментов инерции.
3. Определение положения центра кручения.
4. Построение эпюры главных секториальных координат.
5. Вычисление секториального момента инерции.
6. Вычисление геометрических характеристик поперечного сечения тонкостенного стержня открытого профиля.
7. Построение эпюры углов закручивания при стесненном кручении тонкостенного стержня открытого профиля при одном защемленном конце, а втором – свободном.
8. Построение эпюры углов закручивания при стесненном кручении тонкостенного стержня открытого профиля при шарнирном опирании его концов.
9. Построение эпюр силовых факторов при стесненном кручении тонкостенного стержня открытого профиля при одном защемленном конце, а втором – свободном.
10. Построение эпюр силовых факторов при стесненном кручении тонкостенного стержня открытого профиля при шарнирном опирании его концов.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Найти выражение для окружного напряжения в конической части тонкостенного цилиндрического резервуара с коническим днищем.

2. Найти выражение для меридионального напряжения в конической части тонкостенного цилиндрического резервуара с коническим дном.
3. Найти выражение для окружного напряжения в цилиндрической части тонкостенного цилиндрического резервуара с коническим дном.
4. Найти выражение для меридионального напряжения в цилиндрической части тонкостенного цилиндрического резервуара с коническим дном.
5. Найти выражение для окружного напряжения в сферической части тонкостенного цилиндрического резервуара со сферическим дном.
6. Найти выражение для меридионального напряжения в сферической части тонкостенного цилиндрического резервуара со сферическим дном.
7. Найти выражение для окружного напряжения в цилиндрической части тонкостенного цилиндрического резервуара со сферическим дном.
8. Найти выражение для меридионального напряжения в цилиндрической части тонкостенного цилиндрического резервуара со сферическим дном.
9. Построить эпюру окружных напряжений для тонкостенного цилиндрического резервуара с коническим дном.
10. Построить эпюру меридиональных напряжений для тонкостенного цилиндрического резервуара с коническим дном.
11. Построить эпюру окружных напряжений для тонкостенного цилиндрического резервуара со сферическим дном.
12. Построить эпюру меридиональных напряжений для тонкостенного цилиндрического резервуара со сферическим дном.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Понятие о депланации, свободном и стесненном кручении стержней.
2. Понятие о тонкостенных стержнях открытого и закрытого профилей.
3. Свободное кручение стержней открытого профиля. Определение угла закручивания, крутильной жесткости, касательных напряжений свободного кручения.
4. Свободное кручение стержней закрытого профиля. Определение угла закручивания, крутильной жесткости, касательных напряжений свободного кручения.
5. Секториальные геометрические характеристики тонкостенного стержня. понятие секториальной координаты, секториального статического момента, секториальных центробежных моментов инерции, секториального момента инерции.
6. Понятие центра изгиба. Определение положения центра изгиба.
7. Депланация тонкостенного стержня открытого профиля. Связь между углом закручивания и продольными перемещениями точек поперечного сечения.
8. Основные дифференциальные зависимости при стесненном кручении тонкостенного стержня открытого профиля.
9. Решение дифференциального уравнения стесненного кручения. Составление граничных условий.

10. Определение нормальных напряжений стесненного кручения.
11. Определение касательных напряжений стесненного кручения.
12. Проверка прочности тонкостенного стержня при стесненном кручении.
13. Определение оболочки, срединной поверхности, нормальных сечений, центра кривизны, радиуса кривизны, кривизны
14. Гауссова кривизна. Классификация оболочек по гауссовой кривизне
15. Линии кривизны. Их свойства.
16. Коэффициенты первой и второй квадратичной формы.
17. Соотношения Кодацци-Гаусса.
18. Перемещения и деформации оболочек
19. Напряжения и внутренние усилия в оболочках.
20. Типы напряженного состояния оболочек.
21. Вывод уравнений равновесия для безмоментной теории оболочек (БТО).
22. Условия реализации безмоментного напряженного состояния.
23. Частные случаи БТО. Связь с уравнениями теории упругости.
24. Осесимметричное нагружение оболочек вращения
25. Особенности расчета на основные виды нагрузок. Расчет сферического купола.
26. Деформации и перемещения при осесимметричном нагружении оболочек вращения
27. Краевой эффект. Вычисление усилий от краевого эффекта на примере со-пряжения стенки и днища вертикального цилиндрического резервуара.
28. Линейная теория пологих оболочек.
29. Устойчивость пластин.
30. Устойчивость оболочек.
31. Правила и приемы конструирования некоторых типов тонкостенных пространственных конструкций.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по экзаменационным билетам. В каждом билете содержатся два вопроса (из раздела 7.2.5) и задача (из разделов 7.2.2 и 7.2.3). Дополнительно задаются 3 тестовых вопроса (см. раздел 7.2.1).

Полный ответ на каждый вопрос билета оценивается в 4 балла, неполный ответ – в 2 балла. Решение задачи оценивается количеством баллов от 0 до 3 в зависимости от полноты решения. Каждый верный ответ на тестовый вопрос оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 14.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 5 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 5 до 6 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 7 до 10 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 11 до 14 баллов.)

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Расчет тонкостенных стержней	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, выполнение курсовой работы
2	Теория оболочек	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, решение задач с помощью ЭВМ
3	Расчет и конструирование тонкостенных конструкций	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, решение задач с помощью ЭВМ

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 20 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 40 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 60 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. Теория расчета пластин и оболочек [Электронный ресурс] : Методические указания / сост.

- А. А. Лукашевич. - Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. - 24 с. - ISBN 2227-8397.
URL: <http://www.iprbookshop.ru/74353.html>
2. **Лукашевич, А. А.**
Теория расчета пластин и оболочек [Электронный ресурс] : Учебное пособие / А. А. Лукашевич. - Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. - 132 с. - ISBN 978-5-9227-0779-4.
URL: <http://www.iprbookshop.ru/78585.html>
3. **Петров, В. В.**
Теория расчета пластин и оболочек [Текст] : учебник. - Москва : Издательство АСВ, 2018. - 409 с. : ил. - Библиогр.: с. 408-409 (26 назв.). - ISBN 978-5-4323-0242-7 : 1434-11.
4. **Нехаев, Г. А.** Легкие металлические конструкции : Учебное пособие / Нехаев Г. А. - Саратов : Вузовское образование, 2012. - 91 с.
URL: <http://www.iprbookshop.ru/21546.html>

8.1.2 Дополнительная литература

1. Соппротивление материалов [Электронный ресурс] : пособие по решению задач / Миролубов И. Н., Алмаметов Ф. З., Курицин Н. А., Изотов И. Н. - 9-е изд., испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 512 с. - Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-8114-0555-8.
URL: <https://e.lanbook.com/book/168607>
2. **Нехаев, Г. А.**
Легкие металлические конструкции : Учебное пособие / Нехаев Г. А. - Саратов : Вузовское образование, 2012. - 91 с.
URL: <http://www.iprbookshop.ru/21546.html>
3. **Расчет тонкостенных резервуаров** [Текст]: метод. указания к расчетно-графич. работе по курсу "Соппротивление материалов" для студ. всех спец. дневной формы обучения / Воронеж. гос. архит.-строит. ун-т; сост.: Р. Х. Биджиев, Р. А. Мухтаров. - Воронеж : [б. и.], 2011 (Воронеж : Отдел оперативной полиграфии ВГАСУ, 2011). - 19 с. : ил.

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:

Лицензионное программное обеспечение:

1. LibreOffice.
2. Microsoft Office 2013/2007.
3. Лира 9.6 PRO

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. <http://www.edu.ru/> .
2. Образовательный портал ВГТУ.

Информационные справочные системы:

1. <http://window.edu.ru>
2. <https://wiki.cchgeu.ru/>

3. <http://cchgeu.ru/> ВГТУ. Учебно-методические разработки кафедры строительной механики.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Персональный компьютер с процессором не ниже 1,2 ГГц, проектор, ноутбук, экран, принтер лазерный или струйный HP, EPSON. Картриджи для заправки принтера, бумага.

В наличие имеется специально оборудованная техническими средствами обучения учебная аудитория «Лаборатория вычислительной техники кафедры строительной механики» (ауд. № 2121), в которой проводятся лекционные и практические занятия, презентации, конференции, в том числе, в on-line режиме. Производятся расчеты строительных конструкций различного назначения, а также их отдельных элементов с применением ПЭВМ. С помощью компьютеров, студенты производят выполнение расчётно-графических работ.

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

По дисциплине «Расчёт тонкостенных пространственных конструкций» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, 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 тонкостенных пространственных конструкций. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

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 и 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 вызывают трудности, поиск

	ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <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.
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 экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата вне- сения из- менений	Подпись заведую- щего кафедрой, от- ветственной за реа- лизацию ОПОП
1	Актуализирован раздел 8.1 в части состава используемого перечня учебной литературы (основной и дополнительной), необходимой для усвоения дисциплины	31.08.2021	
2	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2021	