

**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. /

«17» января 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Расчёт тонкостенных пространственных конструкций»

Направление подготовки 08.04.01 Строительство

Программа Проектирование, расчет и изготовление строительных сооружений и их элементов

Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2025

Автор программы

А. В. Резунов

Заведующий кафедрой

В. А. Козлов

Строительной механики

Руководитель ОПОП

В. А. Козлов

Воронеж 2025

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 части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

ПК-3 - Способен разрабатывать методики, планы и программы проведения научных исследований и разработок, готовить задания для исполнителей, прогнозировать результаты

ПК-2 - Способностью применять методы проектирования, учитывая расчетные обоснования, с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов

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

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

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 12	16 12
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	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Расчет тонкостенных стержней	Понятие тонкостенного стержня. Применение тонкостенных стержней в строительстве. Понятие о деформации. Свободное кручение тонкостенных стержней открытого и за-	4	-	4	30	38

		крытого 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					
		Расчеты конкретных тонкостенных стержней в среде Mathcad и с помощью ВК Лира	-	6	-	-	6
2	Теория пластин	Классификация пластин. Техническая теория расчета пластин. Точные решения. Решения в тригонометрических рядах. Метод конечных разностей. Вариационные методы. Ортоотропные пластины. Пластины на упругом основании. Тонкие гибкие пластины. Решения в полярных координатах	4	-	4	30	38
		Расчеты прямоугольных тонких жестких пластин по технической теории в среде Mathcad и с помощью ВК Лира	-	4	-	-	4
3	Теория оболочек	Определение оболочки, срединной поверхности, нормальных сечений, центра кривизны, радиуса кривизны, кривизны. Гауссова кривизна. Классификация оболочек по гауссовой кривизне. Линии кривизны. Их свойства. Перемещения и деформации оболочек. Напряжения и внутренние усилия в оболочках. Типы напряженного состояния оболочек. Расчет тонкостенных сосудов по безмоментной теории. Пологие оболочки.	4	-	4	30	38
		Практические расчеты в среде Mathcad и с помощью ВК Лира	-	4	-	-	4
4	Расчет и конструирование тонкостенных конструкций	Применение тонкостенных конструкций в строительстве. Основные типы конструкций. Проектирование тонкостенной пространственной конструкции на примере железобетонного сферического купола.	4	-	4	15	23
		Практические расчеты в среде Mathcad и с помощью ВК Лира	-	2	-	-	2
Итого			16	16	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-2, ПК-3
2	Сбор нагрузок	ПК-2, ПК-3
3	Выполнение расчетов и анализ полученных результатов	ПК-2, ПК-3

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Расчет тонкостенного стержня открытого профиля в среде Mathcad и с помощью МК Лири.
2. Расчет прямоугольной тонкой жесткой плиты в среде Mathcad и с помощью МК Лири.
3. Расчет тонкостенного сосуда 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: «Пространственные расчеты тонкостенных конструкций».

Каждому студенту выдается расчетная схема конструкции с действующими нагрузками и значениями упругих постоянных.

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- Расчет тонкой жесткой плиты методами Навье, Леви и Галеркина.
- Расчет тонкой жесткой плиты методами конечных разностей в среде Mathcad и конечных элементов с помощью МК Лири.
- Расчет тонкостенного стержня открытого профиля в среде Mathcad и с помощью МК Лири.
- Расчет тонкостенного сосуда по безмоментной теории.

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-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
ПК-2	знать современные методики разработки эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования	укажите критерий	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочей программе	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочей программе
	уметь (переносится из раздела 3 рабочей программы)	укажите критерий	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочей программе	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочей программе
	владеть (переносится из раздела 3 рабочей программы)	укажите критерий	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 в 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-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
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 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	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, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть практическими приемами разработки эскизных, техниче-	Решение прикладных задач в конкретной предметной	Задачи решены в полном объеме и получены	Продемонстрирован верный ход решения всех,	Продемонстрирован верный ход решения в	Задачи не решены

	ских и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования	области	верные ответы	но не получен верный ответ во всех задачах	большинстве задач	
--	--	---------	---------------	--	-------------------	--

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 бимоента имеет вид

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

$$4) B_{\omega} = \int_A \sigma_{\omega} \omega^2 dA.$$

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

$$1) \varphi = 0, \quad \varphi' = 0, \quad 2) \varphi = 0, \quad B_{\omega} = 0, \quad 3) M_{\omega} = 0, \quad B_{\omega} = 0,$$

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

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 днищем.
3. Найти выражение для окружного напряжения в цилиндрической части тонкостенного цилиндрического резервуара с коническим днищем.
4. Найти выражение для меридионального напряжения в цилиндрической части тонкостенного цилиндрического резервуара с коническим днищем.
5. Найти выражение для окружного напряжения в сферической части тонкостенного цилиндрического резервуара со сферическим днищем.
6. Найти выражение для меридионального напряжения в сферической части тонкостенного цилиндрического резервуара со сферическим днищем.

7. Найти выражение для окружного напряжения в цилиндрической части тонкостенного цилиндрического резервуара со сферическим днищем.
8. Найти выражение для меридионального напряжения в цилиндрической части тонкостенного цилиндрического резервуара со сферическим днищем.
9. Построить эпюру окружных напряжений для тонкостенного цилиндрического резервуара с коническим днищем.
10. Построить эпюру меридиональных напряжений для тонкостенного цилиндрического резервуара с коническим днищем.
11. Построить эпюру окружных напряжений для тонкостенного цилиндрического резервуара со сферическим днищем.
12. Построить эпюру меридиональных напряжений для тонкостенного цилиндрического резервуара со сферическим днищем.

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 сопряжения стенки и дна 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-3, ПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, решение задач с помощью ЭВМ, требование к курсовой работе

2	Теория пластин	ПК-3, ПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, решение задач с помощью ЭВМ, требование к курсовой работе
3	Теория оболочек	ПК-3, ПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, решение задач с помощью ЭВМ, требование к курсовой работе
4	Расчет и конструирование тонкостенных конструкций	ПК-3, ПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, решение задач с помощью ЭВМ, требование к курсовой работе

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.

Защита курсовой работы 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

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-

но-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.

8.1.2 Дополнительная литература

1. Соппротивление материалов [Электронный ресурс] : пособие по решению задач / Миролюбов 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 расчетно-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 курсовой работы, защитой курсовой работы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач.

	<p>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.</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 экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.</p>

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	----------------------------	--