

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Курс «Теория расчета пластин и оболочек» имеет своей **целью** подготовить будущего специалиста к проведению самостоятельных расчетов конструкций и элементов конструкций высотных и большепролетных зданий и сооружений.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Получить необходимые представления о работе основных видов конструкций и их расчетных схемах, освоить методы расчета и оценки плоских и пространственных элементов строительных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость.

Изучить общие методы определения напряжений, деформаций и перемещений в элементах конструкций любой формы, а так же оценить точность полученных в сопротивлении материалов приближенных решений.

Приобретенные знания способствуют формированию инженерного мышления.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Теория пластин и оболочек» относится к Блоку 1 учебного плана.

Требования к входным знаниям, умениям и компетенциям студента, необходимым для изучения данной дисциплины

Изучение дисциплины «Теория расчета пластин и оболочек» требует основных знаний, умений и компетенций студента по курсам:

высшая математика, физика, информатика, теоретическая механика, сопротивление материалов, теория упругости, строительная механика.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

Высшая математика: элементы векторной алгебры, определители и системы алгебраических уравнений, метод Гаусса; элементы аналитической геометрии; введение в математический анализ; дифференциальное исчисление функций одной переменной; исследование функции с помощью производных; интегральное исчисление, неопределенный, определенный интегралы; функции нескольких переменных; дифференциальные уравнения и системы уравнений; линейная алгебра, матрицы; понятие о задачах линейного программирования; элементы теории вероятности и математической статистики; действия над приближенными числами.

Физика: физические основы классической механики; понятия масса, сила, потенциальная и кинематическая энергия механической системы, механическая работа сил, импульс (количество движения), инерция; центр масс механической системы; внешние и внутренние силы; силы упругости и трения; силы тяжести; законы сохранения; механические колебания.

Информатика: основные принципы функционирования базовых и прикладных программных продуктов на персональных компьютерах в операционной среде Windows, применяемых в учебном процессе.

Теоретическая механика:

основные понятия и законы механики и вытекающие из этих законов методы решения задач о равновесии и движении материальной точки, твердого тела и механической системы (в объеме основной части программы).

Сопротивление материалов: метод сечений, напряжения, линейные и угловые деформации, механические свойства строительных материалов, закон Гука; центральное растяжение-сжатие, сдвиг, кручение, поперечный плоский и криволинейный изгиб, внецентренное растяжение-сжатие; анализ напряженного и деформированного состояния в точке тела; деформации при поперечном плоском и криволинейном изгибе.

Строительная механика: основные методы расчета строительных конструкций - метод сил, метод перемещений, смешанный метод.

Теория упругости: основные уравнения теории упругости, плоская задача теории упругости.

Уметь:

- применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;
- использовать знания о современной физической картине мира в области механики равновесия и движения твёрдых тел; обладать навыками ведения физического эксперимента;
- приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии; применять современные компьютеры для выполнения математических расчетов, оформления результатов расчета; применять основные методы, способы и средства получения, хранения и переработки информации, обладать навыками работы с компьютером как средством обработки и управления информацией;

Дисциплина «Теория расчета пластин и оболочек» является предшествующей для дисциплин, «Основания и фундаменты сооружений», «Железобетонные и каменные конструкции», «Металлические конструкции включая сварку».

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Теория расчета пластин и оболочек» направлен на формирование следующих общекультурных и профессиональных компетенций:

- использованием основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-6);
- способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-7).

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

основные понятия, принципы, положения и гипотезы теории пластин и оболочек, методы и практические приемы расчета пластин и оболочек на прочность, жёсткость и устойчивость при различных силовых, деформационных и температурных воздействиях.

Уметь:

грамотно составлять расчетные схемы, ставить граничные условия, определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения в плитных и оболочечных элементах строительных конструкций.

Владеть навыками:

- определения напряженно-деформированного состояния плоских и пространственных элементов конструкций при различных воздействиях с помощью теоретических методов с использованием современной вычислительной техники, готовых программ;
- анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкций, выбора конструкционных материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Теория расчета пластин и оболочек» составляет 6 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		7	8
Аудиторные занятия (всего)	120	54	66
В том числе:			
Лекции	54	18	16
Практические занятия (ПЗ)	66	36	50
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	
Самостоятельная работа (всего)	33	9	24
В том числе:			
Курсовой проект	-	-	
Контрольная работа	-	-	
Вид промежуточной аттестации (экзамен)	63	Экзамен (27 час.)	Экзамен (36 час.)
Общая трудоемкость час	216	90	126
зач. ед.	6	2,5	3,5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Расчет тонкостенных стержней	Понятие тонкостенного стержня. Применение тонкостенных стержней в строительстве. Понятие о деформации. Свободное кручение тонкостенных стержней открытого и закрытого профилей. Понятие центра изгиба. Определение сектори-

		альных геометрических характеристик поперечного сечения тонкостенного стержня. Определение положения центра изгиба. Основные дифференциальные при стесненном кручении зависимости тонкостенного стержня открытого профиля. Решение дифференциального уравнения стесненного кручения. Определение напряжений и проверка прочности при стесненном кручении.
2	Применение МКЭ для расчета пластин и оболочек	Метод конечного элемента. Дискретизация расчетной схемы, Три группы уравнений. Сопоставление с МКР. Конечный элемент расчетной схемы. Понятие о числе степеней свободы узла КЭ и КЭ. Типы применяемых в расчетах КЭ. Матрица жесткости стержневого КЭ. Уравнения для построения треугольного КЭ, находящегося в плоском напряженном состоянии. Функции формы для треугольного КЭ. Определение коэффициентов функций по узловым перемещениям. Первый этап построения матрицы жесткости треугольного КЭ. Вычисление вектора напряжений по деформациям. Второй этап построения матрицы жесткости треугольного КЭ. Вычисление вектора напряжений по деформациям. Третий этап построения матрицы жесткости треугольного КЭ. Вычисление вектора напряжений по деформациям. Построение глобальной матрицы жесткости конечно-элементной расчетной схемы. Местная и глобальные системы координат. Реализация МКЭ в виде вычислительных комплексов и программ. Понятие о предпроцессорной и постпроцессорной обработке исходной информации и результатов расчетов.
3	Теория пластин	Понятие пластины (плиты), срединной плоскости. Классификация плит. Гипотезы Кирхгофа-Лява Перемещения и деформации в плите, напряжения в плите. Усилия в плите. Уравнение изгиба плиты. Запись граничных условий на контуре плиты при разных типах опирания. Решение уравнения Софи-Жермен способами Навье, Леви. Область применения. Понятие о методе конечных разностей. Преимущества и недостатки метода. Решение уравнения Софи-Жермен методом конечных разностей. Уравнение изгиба круглой пластины в полярных координатах. Симметричный изгиб круглой пластины. Расчет плит на упругом основании. Гипотезы Винклера, Пастернака. Уравнение изгиба плиты на упругом основании. Изгиб анизотропной пластины.
4	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 стенки и дна вертикального цилиндрического резервуара. Линейная теория пологих оболочек. Устойчивость пластин. Устойчивость оболочек.
--	---

5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин						
		1	2	3	4	5	6	7
2	Основания и фундаменты сооружений	+	+	+	+	+	+	+
3	Железобетонные и каменные конструкции	+	+	+	+	+	+	+
4	Металлические конструкции включая сварку	+	+	+	+	+	+	+

5.3. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего час.
1	Расчет тонкостенных стержней	4	8	-	8	20
2	Основы метода конечных элементов	4	8	-	8	20
3	Теория расчета пластин	10	20	-	20	50
4	Теория расчета оболочек	16	50	-	24	90
		34	86		60	180

5.4. Лабораторный практикум

Лабораторные работы не предусмотрены.

5.5. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (час)
1	1	Расчет тонкостенного стержня	8
2	2	Моделирование и расчет тонкостенного стержня в ПК ЛИРА.	8
3	3	Расчет плиты	20
4	4	Расчет сферического купола	50
			86

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Курсовые и контрольные работы не предусмотрены.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО И ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

№ п/п	Компетенция (общекультурная – ОК; профессиональная - ПК)	Форма контроля	семестр
1	(ОПК-6) использованием основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования.	Расчетно-графическая работа (РГР) Зачет/Экзамен	7
2	(ОПК-7) способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат.	Расчетно-графическая работа (РГР) Зачет/Экзамен	7

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Форма контроля	
		РГР	Экзамен
Знает	основные понятия, принципы, положения и гипотезы теории пластин и оболочек, методы и практические приемы расчета плит и оболочек на прочность, жёсткость и устойчивость при различных силовых, деформационных и температурных воздействиях (ОПК-6, ОПК-7)	+	+
Умеет	грамотно составлять расчетные схемы, ставить граничные условия в двух- и трехмерных задачах, определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения в пластинах и оболочках (ОПК-6, ОПК-7)	+	+
Владеет навыками	определения напряженно-деформированного состояния плоских и пространственных элементов конструкций при различных воздействиях с помощью теоретических методов с использованием современной вычислительной техники, готовых программ; анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкций, использования теорий прочности, выбора конструкционных материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений (ОПК-6, ОПК-7)	+	+

7.2.1. Этап текущего контроля знаний

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по пятибальной шкале с оценками:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно»;
- «не аттестован».

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Знает	основные понятия, принципы, положения и гипотезы теории пластин и оболочек, методы и практические приемы расчета пластин и оболочек на прочность, жёсткость и устойчивость при различных силовых, деформационных и	отлично	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Выполненные

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	температурных воздействиях (ОПК-6, ОПК-7)		РГР на оценки «отлично».
Умеет	грамотно составлять расчетные схемы, ставить граничные условия в двух- и трехмерных задачах, определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения пластинах и оболочках (ОПК-6, ОПК-7)		
Владеет навыками	определения напряженно-деформированного состояния плоских и пространственных элементов конструкций при различных воздействиях с помощью теоретических методов с использованием современной вычислительной техники, готовых программ; анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкций, использования теорий прочности, выбора конструкционных материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений (ОПК-6, ОПК-7)		
Знает	основные понятия, принципы, положения и гипотезы теории пластин и оболочек, методы и практические приемы расчета пластин и оболочек на прочность, жёсткость и устойчивость при различных силовых, деформационных и температурных воздействиях (ОПК-6, ОПК-7)		Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Выполненные РГР на оценки «хорошо».
Умеет	грамотно составлять расчетные схемы, ставить граничные условия в двух- и трехмерных задачах, определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения пластинах и оболочках (ОПК-6, ОПК-7)	хорошо	
Владеет навыками	определения напряженно-деформированного состояния плоских и пространственных элементов конструкций при различных воздействиях с помощью теоретических методов с использованием современной вычислительной техники, готовых программ; анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкций, использования теорий прочности, выбора		

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	конструкционных материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений (ОПК-6, ОПК-7)		
Знает	основные понятия, принципы, положения и гипотезы теории пластин и оболочек, методы и практические приемы расчета пластин и оболочек на прочность, жёсткость и устойчивость при различных силовых, деформационных и температурных воздействиях (ОПК-6, ОПК-7)	удовлетворительно	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Удовлетворительно выполненные РГР.
Умеет	грамотно составлять расчетные схемы, ставить граничные условия в двух- и трехмерных задачах, определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения пластинах и оболочках (ОПК-6, ОПК-7)		
Владеет навыками	определения напряженно-деформированного состояния плоских и пространственных элементов конструкций при различных воздействиях с помощью теоретических методов с использованием современной вычислительной техники, готовых программ; анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкций, использования теорий прочности, выбора конструкционных материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений (ОПК-6, ОПК-7)		
Знает	основные понятия, принципы, положения и гипотезы теории пластин и оболочек, методы и практические приемы расчета пластин и оболочек на прочность, жёсткость и устойчивость при различных силовых, деформационных и температурных воздействиях (ОПК-6, ОПК-7)	неудовлетворительно	Частичное посещение лекционных и практических занятий. Неудовлетворительно выполненные РГР.
Умеет	грамотно составлять расчетные схемы, ставить граничные условия в двух- и трехмерных задачах, определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения пластинах и оболочках		

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	(ОПК-6, ОПК-7)		
Владеет навыками	определения напряженно-деформированного состояния плоских и пространственных элементов конструкций при различных воздействиях с помощью теоретических методов с использованием современной вычислительной техники, готовых программ; анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкций, использования теорий прочности, выбора конструкционных материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений (ОПК-6, ОПК-7)		
Знает	основные понятия, принципы, положения и гипотезы теории пластин и оболочек, методы и практические приемы расчета пластин и оболочек на прочность, жесткость и устойчивость при различных силовых, деформационных и температурных воздействиях (ОПК-6, ОПК-7)		
Умеет	грамотно составлять расчетные схемы, ставить граничные условия в двух- и трехмерных задачах, определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения пластинах и оболочках (ОПК-6, ОПК-7)		
Владеет навыками	определения напряженно-деформированного состояния плоских и пространственных элементов конструкций при различных воздействиях с помощью теоретических методов с использованием современной вычислительной техники, готовых программ; анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкций, использования теорий прочности, выбора конструкционных материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений (ОПК-6, ОПК-7)	не аттестован	Непосещение лекционных и практических занятий. Не выполнены РГР.

7.2.2. Этап промежуточного контроля знаний

В восьмом семестре результаты промежуточного контроля знаний (экзамен) оцениваются по четырехбальной шкале с оценками:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «не удовлетворительно».

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Знает	основные понятия, принципы, положения и гипотезы теории пластин и оболочек, методы и практические приемы расчета пластин и оболочек на прочность, жёсткость и устойчивость при различных силовых, деформационных и температурных воздействиях (ОПК-6, ОПК-7)	отлично	Студент демонстрирует полное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.
Умеет	грамотно составлять расчетные схемы, ставить граничные условия в двух- и трехмерных задачах, определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения пластинах и оболочках (ОПК-6, ОПК-7)		
Владеет навыками	определения напряженно-деформированного состояния плоских и пространственных элементов конструкций при различных воздействиях с помощью теоретических методов с использованием современной вычислительной техники, готовых программ; анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкций, использования теорий прочности, выбора конструкционных материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений (ОПК-6, ОПК-7)		
Знает	основные понятия, принципы, положения и гипотезы теории пластин и оболочек, методы и практические приемы расчета пластин и оболочек на прочность, жёсткость и устойчивость при различных силовых, деформационных и температурных воздействиях (ОПК-6, ОПК-7)	хорошо	Студент демонстрирует значительное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.
Умеет	грамотно составлять расчетные схемы, ставить граничные условия в двух- и трехмерных задачах, определять теоре-		

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	тически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения пластинах и оболочках (ОПК-6, ОПК-7)		
Владеет навыками	определения напряженно-деформированного состояния плоских и пространственных элементов конструкций при различных воздействиях с помощью теоретических методов с использованием современной вычислительной техники, готовых программ; анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкций, использования теорий прочности, выбора конструкционных материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений (ОПК-6, ОПК-7)		
Знает	основные понятия, принципы, положения и гипотезы теории пластин и оболочек, методы и практические приемы расчета пластин и оболочек на прочность, жёсткость и устойчивость при различных силовых, деформационных и температурных воздействиях (ОПК-6, ОПК-7)		
Умеет	грамотно составлять расчетные схемы, ставить граничные условия в двух- и трехмерных задачах, определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения пластинах и оболочках (ОПК-6, ОПК-7)		
Владеет навыками	определения напряженно-деформированного состояния плоских и пространственных элементов конструкций при различных воздействиях с помощью теоретических методов с использованием современной вычислительной техники, готовых программ; анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкций, использования теорий прочности, выбора конструкционных материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений (ОПК-6, ОПК-7)	удовлетворительно	Студент демонстрирует частичное понимание заданий. Большинство требований, предъявляемых к заданию выполнены.

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Знает	основные понятия, принципы, положения и гипотезы теории пластин и оболочек, методы и практические приемы расчета пластин и оболочек на прочность, жёсткость и устойчивость при различных силовых, деформационных и температурных воздействиях (ОПК-6, ОПК-7)	неудовлетворительно	<p>1. Студент демонстрирует небольшое понимание заданий. Многие требования, предъявляемые к заданию не выполнены.</p> <p>2. Студент демонстрирует непонимание заданий.</p> <p>3. У студента нет ответа. Не было попытки выполнить задание.</p>
Умеет	грамотно составлять расчетные схемы, ставить граничные условия в двух- и трехмерных задачах, определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения пластинах и оболочках (ОПК-6, ОПК-7)		
Владеет навыками	определения напряженно-деформированного состояния плоских и пространственных элементов конструкций при различных воздействиях с помощью теоретических методов с использованием современной вычислительной техники, готовых программ; анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкций, использования теорий прочности, выбора конструкционных материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений (ОПК-6, ОПК-7)		

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

7.3.1. Примерная тематика РГР

№ п/п	Расчетно-графические работы
1	Расчет тонкостенного стержня
2	Расчет плиты
3	Расчет сферического купола

7.3.2. Примерная тематика и содержание КР

Не предусмотрены

7.3.3. Вопросы для коллоквиумов

Не предусмотрены

7.3.4. Задания для тестирования

Не предусмотрены

7.3.5. Вопросы для экзамена (7- семестр)

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. Сопоставление методов расчета статически неопределимых систем. Основная система. Основные неизвестные. Уравнения для определения неизвестных.
14. Метод конечного элемента. Дискретизация расчетной схемы, Три группы уравнений. Сопоставление с МКР.
15. Конечный элемент расчетной схемы. Понятие о числе степеней свободы узла КЭ и КЭ. Типы применяемых в расчетах КЭ.
16. Матрица жесткости стержневого КЭ. Уравнения для построения треугольного КЭ, находящегося в плоском напряженном состоянии.
17. Функции формы для треугольного КЭ. Определение коэффициентов функций по узловым перемещениям.
18. Первый этап построения матрицы жесткости треугольного КЭ. Вычисление вектора напряжений по деформациям.
19. Второй этап построения матрицы жесткости треугольного КЭ. Вычисление вектора напряжений по деформациям.
20. Третий этап построения матрицы жесткости треугольного КЭ. Вычисление вектора напряжений по деформациям.

21. Построение глобальной матрицы жесткости конечно-элементной расчетной схемы.
22. Местная и глобальные системы координат.
23. Реализация МКЭ в виде вычислительных комплексов и программ. Понятие о предпроцессорной и постпроцессорной обработке исходной информации и результатов расчетов.

7.3.6. Вопросы для экзамена(8-семестр)

1. Понятие пластины (плиты).
2. Понятие срединной плоскости
3. Классификация плит.
4. Гипотезы Кирхгофа-Лява
5. Перемещения и деформации в плите
6. Напряжения в плите
7. Уравнение изгиба плиты
8. Усилия в плите
9. Запись граничных условий на контуре плиты при разных типах опирания.
10. Решение уравнения Софи-Жермен способом Навье. Область применения.
11. Решение уравнения Софи-Жермен способом Леви. Область применения.
12. Понятие о методе конечных разностей. Преимущества и недостатки метода.
13. Решение уравнения Софи-Жермен методом конечных разностей. Формулировка граничных условий.
14. Решение уравнения Софи-Жермен методом конечных разностей. Представление д.у. изгиба плиты в виде системы линейных алгебраических уравнений
15. Уравнение изгиба круглой пластины в полярных координатах.
16. Симметричный изгиб круглой пластины.
17. Расчет плит на упругом основании. Гипотезы Винклера, Пастернака. Уравнение изгиба плиты на упругом основании.
18. Изгиб анизотропной пластины.
19. Определение оболочки, срединной поверхности, нормальных сечений, центра кривизны, радиуса кривизны, кривизны
20. Гауссова кривизна. Классификация оболочек по гауссовой кривизне
21. Линии кривизны. Их свойства.
22. Коэффициенты первой и второй квадратичной формы
23. Соотношения Кодацци-Гаусса.
24. Перемещения и деформации оболочек
25. Напряжения и внутренние усилия в оболочках
26. Типы напряженного состояния оболочек
27. Вывод уравнений равновесия для безмоментной теории оболочек (БТО)
28. Условия реализации безмоментного напряженного состояния
29. Частные случаи БТО. Связь с уравнениями теории упругости.
30. Осесимметричное нагружение оболочек вращения
31. Особенности расчета на основные виды нагрузок. Расчет сферического купола

32. Деформации и перемещения при осесимметричном нагружении оболочек вращения
33. Краевой эффект. Вычисление усилий от краевого эффекта на примере сопряжения стенки и днища вертикального цилиндрического резервуара
34. Линейная теория пологих оболочек.
35. Устойчивость пластин.
36. Устойчивость оболочек.

7.3.7. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Расчет тонкостенных стержней	ОПК-6, ОПК-7	Расчетно-графическая работа (РГР) Зачет
2	Основы метода конечных элементов	ОПК-6, ОПК-7	Расчетно-графическая работа (РГР) Зачет
3	Теория расчета пластин и оболочек	ОПК-6, ОПК-7	Расчетно-графическая работа (РГР) Экзамен

7.4. Порядок процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности на этапе промежуточного контроля знаний

При проведении устного экзамена обучающемуся предоставляется 60 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном экзамене не должен превышать двух астрономических часов. С экзамена снимается материал тех РГР, которые обучающийся выполнил в течение семестра на «хорошо» и «отлично».

Во время проведения экзамена обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также вычислительной техникой.

8. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), РАЗРАБОТАННОГО НА КАФЕДРЕ

№ п/п	Наименование издания	Вид издания (учебник, учебное пособие, методические указания, компьютерная программа)	Автор (авторы)	Год издания	Место хранения и количество
1	"Расчет тонкостенных стержней"	Учебное пособие	Косенко М.В.		готовится к изданию
2	"Расчет плиты"	Методические указания	Косенко М.В.		готовится к изданию
3	"Расчет сферического купола"	Методические указания	Косенко М.В.		готовится к изданию

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить 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 консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	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.
Контрольная работа/Расчетно-графическая работа	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам.
Подготовка к экзамену (зачету)	При подготовке к экзамену (зачету) необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практических занятиях.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1 Основная литература:

1. Тимошенко С.П., Гудьер Дж. Теория упругости. – Главная редакция физико-математической литературы изд-ва "Наука". 1975 г. 576 с.
2. Огибалов П.М., Колтунов М.А. Оболочки и пластины. Изд-во московского университета. 1969 г. 680 с.
3. Варданян Г.С., Андреев В.И., Атаров Н.М., Горшков А.А. Сопротивление материалов с основами теории упругости и пластичности. М.: Инфра-М, 2010.
4. Львин Я.Б. Основы теории оболочек. Изд-во Воронежского университета 1966 г. 120 с.

10.2 Дополнительная литература:

Готовится к изданию

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Интернет-библиотека.

10.3 Периодические издания

1. Журналы «Строительство», «Строительная механика».
2. "Строительная механика и расчет сооружений" (научно-теоретический журнал).
3. "Прикладная механика" (научно-теоретический журнал).

10.4 Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Электронный каталог библиотеки ВГАСУ.
2. Электронная библиотечная система *IPRbook*: www.iprbookshop.ru.
3. <http://www.vgasu.vrn.ru> ВГТУ. Учебно-методические разработки кафедры строительной механики.
4. <http://www.I-exam.ru>. (Интернет – тренажеры (ИТ)). Разработанные НИИ мониторинга качества образования.
5. <http://www.fepo.ru>. (репетиционное тестирование при подготовке к федеральному Интернет - экзамену).

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Требования к условиям реализации дисциплины

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

Перечень материально-технического обеспечения дисциплины:

№ п/п	Вид и наименование оборудования	Вид занятий	Краткая характеристика
1	Персональные компьютеры.	Практические занятия.	Процессор серии не ниже INTEL CORE I7. Оперативная память не менее 4Гбайт. ПК должны быть объединены локальной сетью с выходом в Интернет.
2	Мультимедийные средства.	Лекционные занятия.	Мультимедиа-проектор, компьютер, оснащенный программой PowerPoint и экран для демонстрации электронных презентаций.
3	Учебно-наглядные пособия.	Лекционные и практические занятия	Плакаты, наглядные пособия, иллюстрационный материал.

12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (образовательные технологии)

При реализации дисциплины должны использоваться следующие образовательные технологии:

№ п/п	Наименование технологии	Вид занятий	Краткая характеристика
1	Интерактивная форма обучения.	Лекции, практические занятия.	Технология интерактивного обучения - это совокупность способов целенаправленного усиленного взаимодействия преподавателя и обучающегося, создающего условия для их развития. Современная интерактивная технология широко использует компьютерные технологии, мультимедийную технику и компьютерные сети.
2	Самостоятельное изучение учебной, учебно-методической и справочной литературы	Лекции, практические занятия, самостоятельная работа.	Самостоятельное изучение учебно-методической и справочной литературы позволит студенту осознанно выполнять задания и вести последующие свободные

	ры.		дискуссии по освоенному материалу. Самостоятельная работа предполагает активное использование компьютерных технологий и сетей, а также работу в библиотеке.
3	Метод проблемного изложения материала.	Лекции, практические занятия.	При проблемном изложении материала осуществляется снятие (разрешение) последовательно создаваемых в учебных целях проблемных ситуаций (задач). При рассмотрении каждой задачи преподаватель задает соответствующие вопросы и совместно со студентами формулирует итоговые ответы. Данный метод способствует развитию самостоятельного мышления обучающегося и направлен на формирование творческих способностей.

Информационные ресурсы используются при реализации следующих видов занятий:

№ п/п	Наименование информационных ресурсов	Вид занятий	Краткая характеристика
1	Учебники и учебные пособия (включая электронные)	Самостоятельная работа студента.	Перечень учебников и учебных пособий приведен в разделе 10 рабочей учебной программы
2	Базы данных	Практические занятия, самостоятельная работа.	Выполнение аудиторных и индивидуальных заданий.
3	Интернет-ресурсы	Самостоятельная работа студента.	Интернет-ресурсы включают удаленные системы тестирования знаний, справочники и базы данных.

Виды (способы, формы) самостоятельной работы обучающихся, порядок их выполнения и контроля:

№ п/п	Наименование самостоятельной работы	Порядок выполнения	Контроль	Примечание
1	Изучение теоретического материала.	Самостоятельное освоение во внеаудиторное время.	Письменный и устный опрос, контроль остаточных знаний, проведение тестирования на практических занятиях.	Дидактические единицы и их разделы для изучения определяются преподавателем.
2	Выполнение аудиторных заданий.	Выполнение заданий в присутствии преподавателя.	Проверка выполнения заданий.	Работа выполняется в кабинете для практических занятий.
3	Выполнение индивидуальных заданий	Индивидуальные задания выполняются во внеаудиторное время.	Проверка и защита индивидуальных заданий.	Индивидуальные задания выдаются после изучения со-

				ответствующей дидактической единицы или ее разделов.
4	Самостоятельная работа с использованием интерактивных технологий.	Самостоятельная работа во внеаудиторное время с обучающими программами, электронными учебниками и т.д.	Письменный и устный опрос, проведение тестирования на практических занятиях.	Обучающие программы определяются преподавателем.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений (уровень специалиста) (Утвержден приказом Мин. Образования и науки РФ от 11.08.2016 г. № 1030)

Руководитель ОПОП ВО
доцент, канд. техн. наук, доцент

Ю.Ф. Рогатнев

Руководитель ОПОП ВО
профессор, канд. техн. наук, доцент

С.В. Иконин

Руководитель ОПОП ВО
доцент, канд. техн. наук, доцент

А.В. Андреев

Рабочая программа одобрена методической комиссией строительного факультета
« 1 » сентября 2017 г., протокол № 1

Председатель
профессор, канд. экон. наук, доцент

В.Б. Власов

Рабочая программа одобрена методической комиссией дорожно-транспортного факультета
« 1 » сентября 2017 г., протокол № 1

Председатель
профессор, д-р техн. наук, профессор

Ю.И. Калгин

(3

(занимаемая должность, ученая степень, звание)

(подпись)

(инициалы, фамилия)