

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по НИИД

 Г.Х. Ирзаев

«30» 09 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б1.В.ОД.5 – Теория пластин и оболочек
по направлению подготовки 08.06.01- «Техника и технологии строительства»
направленность – «Строительная механика»

Всего трудоемкость в зачетных единицах (часах)	72 ч. (2 ЗЕТ)
Всего аудиторных часов	34 ч.
Лекции	17 ч.
Практические занятия	34 ч.
Всего часов на самостоятельную работу аспиранта	21 ч.
Аттестация (семестр)	2 семестр, зачет

Заведующий кафедрой, к.т.н., доцент  М. М. Пайзулаев

Махачкала 2019 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Теория пластин и оболочек» является получение необходимых знаний в области теории пластин и оболочек, а также приобретение навыков расчета тонкостенных пространственных конструкций на прочность, устойчивость и колебания с использованием аналитических и численных методов.

Задачи дисциплины – дать необходимые представления о работе тонкостенных пространственных конструкций и их отдельных элементов, расчетных схемах, задачах расчета пластин и оболочек при действии статических и динамических нагрузок.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП АСПИРАНТУРЫ

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам вариативной части учебного плана (Б1.В.ОД.5). Для освоения курса необходимо освоить следующие дисциплины: теоретическая механика, сопротивление материалов, теория упругости, строительная механика, строительные конструкции.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ БАЗОВОЙ ЧАСТИ

В результате освоения дисциплины у выпускника должны быть сформированы следующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции:

- способность анализировать научно-технические проблемы промышленного и гражданского строительства на основе использования теории проектирования зданий и сооружений, строительной механики (ПК-1);
- способность решать научно-технические задачи промышленного и гражданского строительства путём применения методов строительной механики, методов механики деформируемого твёрдого тела (ПК-2);
- способность выполнять теоретические и экспериментальные исследования прочности и устойчивости строительных конструкций, зданий, сооружений, обрабатывать, анализировать и представлять результаты исследований (ПК-3);
- способность разрабатывать и совершенствовать методы расчёта сооружений и их элементов на прочность, устойчивость и колебания при силовых, температурных и других воздействиях (ПК-4);

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- основные гипотезы и принципы технической теории пластин и оболочек;
- основные зависимости и уравнения теории пластин и оболочек;
- методы решения задач расчета пластин и оболочек;
- современные проблемы теории пластин и оболочек.

уметь:

- сформулировать граничные условия для основных случаев закрепления контура пластины, оболочки;
 - выбрать аппроксимирующие функции прогибов;
 - методами Ритца, Бубнова-Галеркина, конечных разностей, рассчитать простейшие виды пластин и оболочек;
- владеть навыками:

- применения приближенных аналитических и численных методов для расчета пластин и оболочек;
- анализа результатов расчетов и их практической реализации.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Раздел дисциплины Тема лекции и вопросы	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего* контроля успеваемости (по срокам аттестаций в семестре) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				ЛК	ПЗ	ЛР	СР	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Лекция 1. Тема: "Краткие сведения о пластинах и оболочках" 1. Классификация пластин и оболочек. 2. Основные понятия и гипотезы. 3. Основные сведения из теории поверхностей.	2	1	2	4		2	Входной контроль
2	Лекция 2. Тема: "Основные соотношения технической теории тонких пластин" 1. Перемещение и деформаций в сечениях пластины при изгибе. 2. Напряжения в пластине. 3. Усилия в пластине. 4. Выражения напряжений через усилия	2	3	2	4		2	
3	Лекция 3. Тема: "Вариационные методы расчета пластин" 1. Вариационные принципы механики. 2. Сущность вариационных методов. 3. Потенциальная энергия деформации при изгибе пластины. 4. Метод Ритца. 5. Метод Бубнова-Галеркина.	2	5	2	4		2	Контрольная работа №1 по лекциям 1,2,3
4	Лекция 4. Тема: "Численные методы расчета пластин" 1. Метод конечных разностей. 2. Метод непосредственного интегрирования. 3. Понятие о методе конечных элементов.	2	7	2	4		2	
5	Лекция 5. Тема: "Основы расчета тонких оболочек" 1. Краткие сведения из теории поверхностей.	2	9	2	4		2	Контрольная работа №2 по лекциям 4,5

	2. Моментная и безмоментная теории расчета оболочек. 3. Безмоментная теория оболочек вращения. 4. Граничные условия.						
6	Лекция 6. Тема: "Линейная теория пологих оболочек" 1. Основные допущения и гипотезы. 2. Разрешающая система уравнений. 3. Формулировка граничных условий. 4. Частные случаи.	2	11	2	4	2	
7	Лекция 7. Тема: "Краткие сведения о нелинейной теории и устойчивости оболочек" 1. Основные виды нелинейностей. 2. Уравнения геометрически нелинейной теории пологих оболочек. 3. Методы решения нелинейных краевых задач расчета пластин и оболочек.	2	13	2	4	3	
8	Лекция 8. Тема: "Современное состояние теории пластин и оболочек" 1. Состояние теории. 2. Методы решения задач. 3. Нерешенные проблемы теории пластин и оболочек.	2	15	2	4	3	Контрольная работа №3 по лекциям 6,7,8
9	Лекция 9. Тема: "Применение метода конечных элементов к расчету тонкостенных систем»"	2	17	1	2	3	
	Итого			17	34	21	зачет

4.2. Содержание практических занятий

№ п/п	Наименование практического занятия	Количество часов	Рекомендуемая литература и методические разработки (№ источника из литературы)
1	Определение напряжений в сечениях пластин.	2	[1-8]
2	Формулировка граничных условий для основных случаев закрепления контура пластины.	2	[1-8]
3	Выбор аппроксимирующей функции прогибов для прямоугольных пластин. Метод Ритца.	2	[1-8]
4	Расчет пластин с помощью метода Бубнова-Галеркина.	2	[1-8]
5	Расчет оболочек по безмоментной теории.	2	[1-8]
6	Пример расчета полой оболочки методом Бубнова-Галеркина.	2	[1-8]

7	Расчет пологой оболочки на устойчивость.	2	[1-8]
8	Применение вариационных принципов строительной механики к расчету тонкостенных систем.	2	[1-8]
9	Применение метода конечных элементов к расчету тонкостенных систем.	1	[1-8]
	Итого	17	

4.3. Тематика для самостоятельной работы

№ п / п	Тематика по содержанию дисциплины, выделенная для самостоятельного изучения	Количество часов из содержания дисциплины	Рекомендуемая литература и источники информации	Формы контроля СРС
1	2	3	4	5
1	Определение коэффициентов первой и второй квадратичных форм и кривизн различных типов поверхностей.	2	[1-8]	Контрольная работа, опрос
2	Построение геометрических соотношений и уравнений равновесия для сферических, цилиндрических, конических оболочек.	2	[1-8]	Контрольная работа, опрос
3	Решение задач расчета пластин на действие поперечной нагрузки при различных граничных условиях.	2	[1-8]	Контрольная работа, опрос
4	Решение задач расчета цилиндрических и конических оболочек на различные виды нагрузок по безмоментной теории.	2	[1-8]	Контрольная работа, опрос
5	Решение задач расчета пластин и пологих оболочек вариационными методами Ритца-Тимошенко и Бубнова-Галеркина.	2	[1-8]	Контрольная работа, опрос
6	Определение НДС и построение эпюр нормальных перемещений и усилий замкнутой круговой цилиндрической оболочки	2	[1-8]	Контрольная работа, опрос
7	Решение задач по определению критических нагрузок потери устойчивости прямоугольных пластин при различных видах нагрузок и граничных условий.	3	[1-8]	Контрольная работа, опрос
8	Решение задач по определению частот и форм собственных колебаний пластины и пологой оболочки	3	[1-8]	Контрольная работа, опрос
9	Расчет изгибаемой пластинки, пологой оболочки с использованием программных комплексов	3	[1-8]	Контрольная работа, опрос
	ИТОГО	21		

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Изучение дисциплины «Теория пластин и оболочек» предусматривает чтение лекций, проведение практических занятий и самостоятельную работу аспирантов.

5.1. При чтении лекционного материала используются современные технологии проведения занятий, основанные на использовании интерактивной доски, обеспечивающей

наглядное представление лекционного и методического материала. При составлении лекционного материала используются пакеты прикладных программ. Использование данной технологии обеспечивает наглядность излагаемого материала, экономит время затрачиваемое преподавателем на построение рисунков, таблиц, графиков.

5.2. В соответствии с требованиями по направлению подготовки реализация компетентностного подхода предусматривается широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций, психологические и иные тренинги) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе они составляют 50% аудиторных занятий или 8 ч. На практических занятиях будут применяться эвристические методы обучения, игровое проектирование, вживание в роль, учебные дискуссии по конкретным ситуациям.

Лекции 1, 3, 5, 7 проводятся с применением интерактивных технологий, с демонстрацией слайдов.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТОВ

6.1. Контрольные вопросы входного контроля

1. Основные понятия и определения статики: абсолютно твердое тело, сила, система сил, эквивалентные системы сил. Равнодействующая и уравнивающая силы.
2. Аксиомы и основной принцип статики? Связи и их реакции.
3. Система сходящихся сил? Геометрическое и аналитическое сложение сходящихся сил? Силовой многоугольник? Равнодействующая сходящихся сил.
4. Геометрическое и аналитическое условия равновесия системы.
5. Алгебраический и векторный момент силы относительно центра.
6. Теория пар сил. Момент пары сил как вектор аксиальный? Теорема об эквивалентности пар сил на плоскости и ее следствия.
7. Основные законы механики Галилея-Ньютона. Инерционная система отсчета.
8. Основные виды сил, рассматриваемые при решении задач динамики. Система единиц.
9. Дифференциальные уравнения движения материальной точки.
10. Две основные задачи динамики точки.

6.2. Контрольная работа № 1

1. Краткие сведения из дифференциальной геометрии»
2. Пространственная кривая.
3. Натуральный триэдр. Сопровождающий трехгранник.
4. Система координат на поверхности.
5. Линейный элемент на поверхности. Первая квадратичная форма. Угол между координатными линиями.
6. Изгибание поверхности. Внутренняя геометрия поверхности. Развертывающиеся поверхности. Поверхность касательных
7. Соприкасающаяся поверхность. Три типа точек поверхности.

8. Нормальные сечения. Кривизна нормальных сечений поверхности - симметричный тензор второго ранга.
9. Формула кривизны нормального сечения, выраженная через коэффициенты квадратичных форм поверхности. Отыскание главных направлений и главных кривизн.
10. Линии и сети линий на поверхности.
11. Третья квадратичная форма поверхности. Теорема Родрига.
12. Уравнение Гаусса и Петрерсона - Майинди- Кодацци.
13. Основная теорема теории поверхностей.
14. Гипотезе о прямолинейном нормальном элементе.
15. Перемещение точки срединной поверхности.
16. Общая картина деформации срединного слоя.
17. Сводка формул для параметров деформации срединной поверхности оболочки.
18. Условия совместности деформаций.

6.3. Контрольная работа № 2

1. Внутренние усилия и моменты.
2. Дифференциальные уравнения равновесия.
3. Уменьшение числа функций погонных усилий и моментов в дифференциальных уравнениях равновесия оболочки.
4. Статическая гипотеза.
5. Физические уравнения теории оболочек.
6. Абсолютное и относительное движение тела, переносное движение.
7. Потенциальная энергия деформации.
8. Метод непосредственного определения усилий и моментов.
9. Разрешающие уравнения в методе непосредственного определения перемещений.
10. Статико – геометрическая аналогия.
11. О типах напряженного состояния оболочек и частных случаях теории.
12. Основное дифференциальное уравнение изгиба тонкой пластины – уравнение Софи-Жермен.
13. Граничные условия для основных случаев закрепления контура пластины

6.4.Контрольная работа № 3

14. Внутренние усилия и моменты.
15. Дифференциальные уравнения равновесия.
16. Уменьшение числа функций погонных усилий и моментов в дифференциальных уравнениях равновесия оболочки.
17. Статическая гипотеза.
18. Физические уравнения теории оболочек.
19. Абсолютное и относительное движение тела, переносное движение.
20. Потенциальная энергия деформации.
21. Метод непосредственного определения усилий и моментов.
22. Разрешающие уравнения в методе непосредственного определения перемещений.
23. Статико – геометрическая аналогия.
24. О типах напряженного состояния оболочек и частных случаях теории.
25. Основное дифференциальное уравнение изгиба тонкой пластины – уравнение Софи-Жермен.
26. Граничные условия для основных случаев закрепления контура пластины

6.5. Контрольные вопросы для проведения зачета

1. Основные термины и определения в теории пластин и оболочек.
2. Модели и методы, используемые при расчете пластин и оболочек.
3. Способы задания поверхностей. Линейный элемент поверхности. Первая квадратичная форма. Коэффициенты Ламе.
4. Кривизна линии на поверхности. Вторая квадратичная форма. Кривизны поверхности.
5. Уравнения Кодацци-Гаусса.
6. Геометрические соотношения теории пластин и оболочек.
7. Уравнения равновесия. Граничные условия.
8. Статико-геометрическая аналогия теории оболочек.
9. Физические соотношения теории оболочек.
10. Вариационная постановка задачи.
11. Геометрические соотношения, напряжения и усилия, физические соотношения теории пластин.
12. Дифференциальное уравнение Софи Жермен - Лагранжа. Формулировка граничных условий.
13. Полная потенциальная энергия изгибаемой пластинки.
14. Решение задачи изгиба пластины методом Навье в двойных тригонометрических рядах.
15. Решение задачи изгиба пластины методом М.Леви в одинарных тригонометрических рядах.
16. Пластина на упругом основании.
17. Условия существования безмоментного напряженного состояния оболочки.
18. Основные уравнения безмоментной теории оболочек произвольного вида.
19. Уравнения безмоментной теории оболочек вращения.
20. Осесимметричная задача оболочек вращения.
21. Безмоментная теория цилиндрических и конических оболочек.

6.6. Контрольные вопросы для проверки остаточных знаний

1. Основные гипотезы, используемые в технической теории пластин и оболочек.
2. Математическая формулировка граничных условий для основных случаев закрепления контура пластины.
3. Основное дифференциальное уравнение изгиба тонкой пластины- уравнение Софи Жермен.
4. Аппроксимирующие функции прогибов для различных случаев закрепления контура пластины.
5. Алгоритм решения задачи расчета пластины методом Ритца.
6. То же методом Бубнова-Галеркина.
7. Построение эпюр внутренних усилий в сечениях пластин.
8. Признаки классификации тонких оболочек. Гауссова кривизна поверхности.
9. Внутренние усилия при различных теориях расчета пластин.
10. Внутренние усилия при расчете по безмоментной теории.
11. Понятие о теории краевого эффекта.
12. Основы теории расчета пологих оболочек.
13. Выбор аппроксимирующих функций прогибов и функций усилий.
14. Алгоритм решения задачи расчета оболочки методом Бубнова- Галеркина.

15. Основы теории устойчивости тонких оболочек.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И ТЕХНИКЕ»

7.1. Рекомендуемая литература и источники информации (основная и дополнительная)

№ п / п	Виды занятий	Необходимая учебная, учебно-методическая (основная и дополнительная) литература, программное обеспечение и интернет ресурсы	Автор(ы)	Издательство и год издания	Количество изданий	
					В библиотеке	На кафедре
1	2	3	4	5	6	7
ОСНОВНАЯ:						
1	лк, пз, кр, ср	Строительная механика.	Кузьмин Л.Ю.	Юрайт М.,2015	56	-
2	лк, пз, кр, ср	Строительная механика. Динамика и устойчивость сооружений [e.lanbook.com]	Васильков Г.В., Буйко З.В.	СПб, Лань 2013	-	-
3	пз, кр, ср	Строительная механика [e.lanbook.com]	Дарков А.В., Шапошников В.А.	СПб, Лань 2013	-	-
4	пз, ср	Колебания и волны в природе и технике: компьютеризированный курс: учеб. пособие для вузов	Каганов В.И.	М. : Горячая линия-Телеком, 2008	10	
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ:						
5	лк, пз, кр, ср	Строительная механика	Дарков А.В. и др.	СТРОЙИЗДАТ М.,1986	124	-
6	пз, кр, ср	Устойчивость и динамика сооружений в примерах и задачах	Безухов Н.И. и др.	В. ШКОЛА М.,1987	3	
7	лк, пз	Строительная механика	Ржаницын А.Р.	В. ШКОЛА М.,1982	45	-
8	лк, пз, кр, ср	Руководство к практическим занятиям по курсу строительной механики (Статика стержневых систем)	Клейн Г.К. и др.	В. ШКОЛА М.,1980	13	-

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

МТО включает в себя:

- библиотечный фонд (учебная, учебно-методическая, справочная экономическая литература, экономическая научная и деловая периодика);
- компьютеризированные рабочие места для обучающихся, с доступом в сеть Интернет;
- аудитории, оборудованные проекционной техникой.

В ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет» на факультетах имеются аудитории, оборудованные интерактивными, мультимедийными досками Smart Technologies Smart Board V-280, проекторами View Sonic PJ6221 DLP 2700 Lumens XGA (1024*768) 2800:1, 2,7 kg, Audio in/aut, Brilliant Colour, что позволяет читать лекции в формате презентаций, разработанных с помощью пакета прикладных программ MS Power Point, использовать наглядные, иллюстрированные материалы, обширную информацию в табличной и графической форме, а также электронные ресурсы сети Интернет.

Компьютерные классы оснащены всем необходимым для проведения практических занятий оборудованием. Минимальная конфигурация установленных компьютеров: CPU Intel Pentium Dual-Core E5300 2,6 ГГц/ DDR-II 2Gb/ HDD 160GB SATA-II/ SVGA/ Ethernet/ Audiointegrated/Rinel-Lingo Video 1 card/ DVDR CD-R/ ATX корпус/ монитор 19" LCD/ клавиатура/ мышь/ коврик. На компьютерах устанавливается ОС Windows XP/Vista/7 и программное обеспечение MSOffice 2010 и др.