

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины: Программные комплексы расчета оболочек (Б.1.В.ДВ.4.04)

Направление подготовки: 08.04.01 «Строительство»

Направленность (профиль/специализация):
«Теория и проектирование зданий и сооружений»

1. Цели и задачи дисциплины:

Курс Программные комплексы расчета оболочек подготовит будущего специалиста к решению задач по расчету тонкостенных пространственных конструкций, с применением современных численных методов, научит его разрабатывать программы по расчету пластин и оболочек и осознанно использовать существующие программные комплексы.

Цель дисциплины – показать возможности МКЭ при расчете тонкостенных пространственных конструкций, в том числе оболочек новых геометрических форм, научить создавать алгоритмы расчета, учитывающих особенности геометрии тонкостенных конструкций, геометрические характеристики срединных поверхностей.

В тонкостенных конструкциях возникают тангенциальные и моментные внутренние усилия. Безмоментное напряженное состояние тонкостенных конструкций является наиболее рациональным. Такая работа обеспечивается созданием специальных условий опирания конструкций. В тоже время, для надежной работы тонкостенных пространственных конструкций необходим достаточно жесткий опорный контур. Решение проблемы создания новых форм с условиями их рациональной работы также является одной из задач дисциплины.

Напряженно-деформированное состояние оболочек описывается системой дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами. Для решения таких уравнений используются специальные функции математической физики - функций Бесселя, полиномы Лежандра и др. Необходимо анализировать полученные уравнения, определять возможность использования известных специальных функций или создавать их новые аналоги, позволяющие построить аналитические формы решения.

Различные сооружения и конструкции, проектированием и строительством которых занимается инженер, должны обязательно обладать прочностью, то есть способностью сопротивляться разрушению под действием приложенных к ним внешних нагрузок, жесткостью, то есть способностью сопротивляться деформациям, и устойчивостью – способностью конструкции сохранять одну форму равновесия. Задачи дисциплины – научить студента решать эти три типа задач.

2. Место дисциплины в структуре ООП:

Программные комплексы расчета оболочек относится к циклу дисциплин по выбору. Курс Программные комплексы расчета оболочек базируется на дисциплинах: высшая математика, в том числе численные методы, физика, сопротивление материалов, теоретическая, техническая и строительная механика, линейная теория тонких упругих оболочек. Студент должен быть подготовлен к изучению особенности работы тонкостенных строительных конструкций.

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на развитие и формирование общепрофессиональных и профессиональных компетенций:

- способностью использовать и разрабатывать проектную, распорядительную документацию, а также участвовать в разработке нормативных правовых актов в области строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства (ОПК-4);
- способностью к определению стоимости строительно-монтажных работ, производимых строительной организацией (ПК-8);
- способностью к подготовке раздела проектной документации на строительные конструкции зданий и сооружений (ПК-11);

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

ключевые понятия и определения, допущения и принципы, принимаемые в курсе Программные комплексы расчета оболочек, системы уравнений, описывающих НДС тонких пластин и оболочек граничные условия; при различных способах опирания оболочки; понятие о потере устойчивости конструкции за пределом пропорциональности и в упругой области работы материала;

методы расчета тонкостенных пространственных конструкций на прочность на различные виды нагрузок; методы расчета на прочность оболочек, работающих в условиях безмоментного напряженного состояния.

Уметь:

проводить анализ особенностей геометрии пространственной конструкции, создавать функции формы и матрицы жесткости конечного элемента и всей конструкции, разрабатывать алгоритмы и программы расчета НДС тонких пластин и оболочек МКЭ и ВРМ, проводить расчеты и анализ результатов расчета.

Владеть:

практическими методами расчета тонкостенных конструкций с использованием МКЭ и ВРМ.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц.

для очной, очно-заочной и заочной форм обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		3	4	5	6
Аудиторные занятия (всего)	36			36	
В том числе:	-			-	
Лекции	18			18	
Практические занятия (ПЗ)	18			18	
Семинары (С)	0			0	
Лабораторные работы (ЛР)	0			0	
Самостоятельная работа (всего)	72			72	
В том числе:	-			-	
Курсовой проект (работа)	36			36	
Расчетно-графические работы	0			0	
Вид аттестации (зачет, экзамен)				экз	
Общая трудоемкость час зач. ед.	108			108	
	3			3	

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины (для очной, очно-заочной и заочной форм обучения)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
	5й семестр	
1	Элементы вариационного исчисления	Классы функций. Функционал. Основная лемма вариационного исчисления. Вариация аргумента и функционала. Признаки экстремума функционала. Условия Эйлера экстремума Функционала. Решение задач на экстремум функционала.
2	Вариационные принципы теории упругости	Функционал полной энергии деформаций ТУ. Принцип Лагранжа. Методы решения задач теории упругости, основанные на принципе Лагранжа. Функционалы потенциальной энергии деформаций тонких пластин и оболочек.
3	Понятие о методе конечного элемента решения задач строительной механики. Метод конечного элемента плоской задачи теории упругости.	Понятие о методе конечного элемента решения задач строительной механики. Функции формы конечного элемента. Свойства функций формы. Функции формы простого треугольного элемента. Функции формы прямоугольного элемента. Функции формы комплекс элементов. Матрица жесткости конечного элемента. Матрица жесткости конструкций МКЭ. Работа внешних сил.
4	Метод конечного элемента в задачах изгиба балок и тонких пластин.	Функция формы изгиба конечного элемента балки. Полиномы Эрмита. Матрица жесткости конечного элемента балки. Функции формы прямоугольного конечного элемента тонкой пластинки. Матрица жесткости изгибаемого конечного элемента. Матрица жесткости пластинки (конструкции). Работа внешних сил.
	4-й семестр	
5	Особенности метода конечных элементов расчет оболочек	Общие положения расчета оболочек методом конечных элементов. Матрица жесткости плоского конечного элемента оболочки. . Расчет пологих оболочек методом конечных элементов
6	Вариационно-разностный метод расчета тонкостенных конструкций	Система геометрических и физических уравнений линейной теории тонких оболочек. Функционал потенциальной энергии деформаций. Матричные формы уравнений. Матрицы коэффициентов квадратичных форм и их производных срединной поверхности оболочки для тангенциальных и изгибных деформациях. Разностные производные. Матрицы разностных производных. Матрица узловых жесткости ВРМ.
7	Обзор исследований по расчету тонкостенных конструкций численными методами	Возможности и недостатки численных методов расчета 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	
1.	Дисциплины профессионального цикла и профильной направленности	+	+	+	+	+	+	+	

5.3. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Семен	СРС	Всего час.
1	Элементы вариационного исчисления	4	4	0	0	4	10
2	Вариационные принципы теории упругости	4	4	0	0	8	16
3	Понятие о методе конечного элемента решения задач строительной механики. Метод конечного элемента плоской задачи теории упругости	6	8	0	0	8	16
4	Метод конечного элемента в задачах изгиба балок и тонких пластин.	4	2	0	0	8	15
5	Особенности метода конечных элементов расчет оболочек	4	4	0	0	8	16
6	Вариационно-разностный метод расчета тонкостенных конструкций	6	6	0	0	12	24
7	Обзор исследований по расчету тонкостенных конструкций численными методами	2	2	0	0		4
	ИТОГО:	18	18	0	0	72	108

6. Лабораторный практикум

		-	-
--	--	---	---

7. Практические занятия (семинары)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)
1	1	Примеры задач с функционалами. Минимальная поверхность вращения, Минимальная длина контура при заданной площади, Геодезические кривые на поверхности. Решение задач на экстремум функционалов. Функционал потенциальной энергии изгиба балки	4
2	2	Статические балочные функции. Уравнения колебаний балки. Динамические балочные функции, свойства ДБФ. Расчет пластин методом Ритца-Тимошенко и методом Канторовича-Власова.	6
3	3	Матричная форма уравнений теории упругости	6

		Расчета плоской задачи теории упругости МКЭ с использованием системы MathCAD. Алгоритм программы расчета конструкции методом конечных элементов.	
4	4	Функции формы изгиба балки. Полиномы Эрмита. Функции формы изгиба пластин.	2
5	5	Матрицы мембранной и изгибной жесткостей плоского треугольного конечного элемента оболочки. Пример расчета пологой оболочки методом конечных элементов	4
6	6	Матричная форма геометрических уравнений тонких теории оболочек, расчленение матрицы на систему векторов, зависящих от типа перемещений. Тангенциальная и изгибная составляющие потенциальной энергии деформаций. Алгоритм программы расчета оболочек вариационно-разностным методом. Вычисление внутренних усилий и напряжений узлах разностной сетки. Программный комплекс расчета оболочек сложной формы ВРМ. Библиотека кривых и поверхностей программного комплекса. Пример расчета оболочки сложной формы ВРМ.	6
7	7	Возможности и недостатки численных методов расчета оболочек	2
	Всего:		18

8. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

1. Курсовая работа № 1

- 1) «Расчет оболочки методом конечных элементов»
- 5) «Расчет оболочки вариационно-разностным методом»

2. Реферат:

«Библиотека кривых и поверхностей при расчете тонкостенных конструкций ВРМ».

3. Домашняя работа №1:

- 1) «Разработка алгоритма и программы расчета плоской задачи теории упругости МКЭ».
- 2) «Разработка алгоритма и программы расчета изгиба пластинки МКЭ».
- 3) «Расчет прямоугольной пластинки методом Канторовича –Власова методом начальных параметров»

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Иванов В.Н. Основы метода конечных элементов и вариационно-разностного метода: Учебное пособие – М.: Изд-во РУДН, 2020. – 168 с.

б) дополнительная (учебники и учебный материал в научной библиотеке РУДН):

1. Иванов В.Н. Вариационные принципы и методы решения задач теории упругости: Учебное пособие. – М.: Изд-во РУДН, 2019. – 176 с.
2. Иванов В.Н., Кривошапко С.Н. Аналитические методы расчета оболочек нека

в) программное обеспечение:

- AvtoCAD 2019
- Inventor Professional 2017
- Robot Structural Analysis Professional 2017
- Лира Сапр 2013

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. Интернет-библиотека РУДН.
2. Методические указания по выполнению домашних заданий.
3. Задания на выполнение домашних работ на личной странице ППС в электронном виде.
4. Бально-рейтинговая система оценки знаний студентов, выставленная на личной странице преподавателя.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

- Аудитория для чтения лекций, оборудованная техническими средствами обучения (408).
- Компьютерный класс для выполнения расчетно-графических работ и проведения всех видов контрольных мероприятий, тестирования остаточных знаний (373).

11. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины:

Лекции читаются в аудиториях, оборудованными техническими средствами обучения. Проводится защита домашних заданий, курсового проекта и реферата в рамках 2-х модулей.

Содержание модулей:

2-й курс, 3-й семестр: Модуль 1 включает в себя защиту ДЗ № 1 и реферата;
модуль 2 включает в себя защиту КП № 1.

Студенту рекомендуется:

1. Найти соответствующий учебный материал по данному разделу, изучить демонстрационные решения задач в учебных пособиях, проработать раздел совместно с конспектами лекций.
2. Выделить наиболее трудные для понимания вопросы раздела и закрепить теоретические сведения решением конкретных задач, приведенных с ответами в рекомендованной литературе.
3. Сформулировать вопросы для совместного решения их на консультации с преподавателем.
4. После проверки преподавателем реферата и КП оформить их в виде пояснительной записки с пояснительными расчетами и титульным листом.
5. Вести самостоятельно подсчет баллов по бально-рейтинговой системе, принятой на кафедре (max 75 баллов) и два раза в семестр сверять свои данные с данными, выставленными преподавателями в интернет-таблице на сайте учебного портала РУДН.

11. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств, сформированный для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине Программные комплексы расчета оболочек представлен в приложении 1 к рабочей программе дисциплины и включает в себя:

- перечень компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины;

- описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН.

Разработчики:

Доцент

должность

подпись

Жиль-улбе Матъе

инициалы, фамилия

должность

подпись

инициалы, фамилия

должность

подпись

инициалы, фамилия

Руководитель кафедры/департамента



подпись

М.И. Рынковская

инициалы, фамилия