

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 31.03.2023 19:09:49  
Уникальный программный ключ:  
ca953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Российский университет дружбы народов»**

*Инженерная академия*

---

(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Программные комплексы расчета оболочек**

---

(наименование дисциплины/модуля)

**Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:**

08.04.01 Строительство

---

(код и наименование направления подготовки/специальности)

**Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной  
профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП  
ВО):**

**Теория и проектирование зданий и сооружений**

---

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

**2023 г.**

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Программные комплексы расчета оболочек» является 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. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Программные комплексы расчета оболочек» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

*Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины) «Программные комплексы расчета оболочек»*

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
ПК-3	Выполнение расчетного обоснования проектных решений	ПК-3.1 Способен собирать необходимую исходную информацию, учитывать требования нормативно-технических документов с целью дальнейшего выполнения расчетного обоснования; ПК-3.2 Способен выбирать подходящие методы выполнения расчетного обоснования, планировать этапы выполнения расчетного обоснования; ПК-3.3 Умеет выполнять расчетное обоснование, документировать полученные результаты; ПК-3.4 Способен анализировать и обрабатывать полученные результаты, оценивать их достоверность
ПК-5	Организация выполнения проектных работ	ПК-5.5 Способен осуществлять проверку и приемку выполненных проектных работ

## 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Программные комплексы расчета оболочек» относится к *части, формируемой участниками образовательных отношений* блока Б1 ОП ВО.

В рамках ОП ВО обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Программные комплексы расчета оболочек».

Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики	Последующие дисциплины/модули, практики
ПК-3	Выполнение расчетного обоснования проектных решений	Строительные конструкции (железобетонные); Линейная теория тонких оболочек ; Проектирование инженерных сооружений; Проектирование пространственных конструкций; Формообразование оболочек в архитектуре; Проектирование фундаментов; Метод конечных элементов в расчетах сооружений; Проектирование инженерных систем зданий и сооружений; Строительные материалы нового поколения; Проектирование металлических конструкций зданий и сооружений	Проектная практика; Научно-исследовательская работа; Технологическая практика; Преддипломная практика; Государственный экзамен; Выпускная квалификационная работа
ПК-5	Организация выполнения проектных работ	Строительные конструкции (железобетонные); Линейная теория тонких оболочек ; Проектирование инженерных сооружений; Проектирование пространственных конструкций; Формообразование оболочек в архитектуре; Проектирование фундаментов; Метод конечных	Проектная практика; Технологическая практика; Преддипломная практика; Государственный экзамен; Выпускная квалификационная работа

		элементов в расчетах сооружений; Проектирование инженерных систем зданий и сооружений; Строительные материалы нового поколения; Проектирование металлических конструкций зданий и сооружений	
--	--	---	--

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Программные комплексы расчета оболочек» составляет 3 зачетных единицы.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения ОП ВО для **ОЧНОЙ** формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр(ы)			
		3			
Контактная работа, ак.ч.	36	36			
в том числе:					
Лекции (ЛК)	18	18			
Лабораторные работы (ЛР)	0	0			
Практические/семинарские занятия (СЗ)	18	18			
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	54	54			
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	18	18			
Курсовая работа/проект, зач.ед.		1			
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	108	108		
	зач.ед.	3	3		

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
Раздел 1. Элементы вариационного исчисления	Тема 1.1 Классы функций. Функционал. Основная лемма вариационного исчисления. Вариация аргумента и функционала. Признаки экстремума функционала. Условия Эйлера экстремума Функционала. Решение задач на экстремум функционала.	ЛК, СЗ
Раздел 2. Вариационные	Тема 2.1 Функционал полной энергии деформаций ТУ. Принцип Лагранжа. Методы	ЛК, СЗ

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
принципы теории упругости	решения задач теории упругости, основанные на принципе Лагранжа. Функционалы потенциальной энергии деформаций тонких пластин и оболочек.	
Раздел 3. Понятие о методе конечного элемента решения задач строительной механики. Метод конечного элемента плоской задачи теории упругости.	Тема 3.1 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.	ЛК, СЗ
Раздел 4. Метод конечного элемента в задачах изгиба балок и тонких пластин.	Тема 4.1 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.	ЛК, СЗ
Раздел 5. Особенности метода конечных элементов расчет оболочек	Тема 5.1 Общие положения расчета оболочек методом конечных элементов. Матрица жесткости плоского конечного элемента оболочки. . Расчет пологих оболочек методом конечных элементов	ЛК, СЗ
Раздел 6. Вариационно-разностный метод расчета тонкостенных конструкций	Тема 6.1 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 узловой жесткости ВРМ.	ЛК, СЗ
Раздел 7. Обзор исследований по расчету тонкостенных конструкций численными методами	Тема 7.1 Возможности и недостатки численных методов расчета оболочек.	ЛК, СЗ

\* - заполняется только по ОЧНОЙ форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – семинарские занятия.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
Лекционная	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Семинарская	Аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Компьютерный класс	Компьютерный класс для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная персональными компьютерами (в количестве 14 шт.), доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	ПО: SCAD, Лира
Для самостоятельной работы обучающихся	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	

\* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается ОБЯЗАТЕЛЬНО!

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

*Основная литература:*

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

*Дополнительная литература:*

1. Иванов В.Н. Вариационные принципы и методы решения задач теории упруго-сти: Учебное пособие. – М.: Изд-во РУДН, 2019. – 176 с.

2. Иванов В.Н., Кривошапко С.Н. Аналитические методы расчета оболочек нека

*Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:*

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров:

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН <http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>
- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>
- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>
- ЭБС «Консультант студента» [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
- ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>

2. Базы данных и поисковые системы:

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации <http://docs.cntd.ru/>
- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>
- поисковая система Google <https://www.google.ru/>
- реферативная база данных SCOPUS <http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

*Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля\*:*

1. Курс лекций по дисциплине «Программные комплексы расчета оболочек».

\* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины в ТУИС!

## **8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Оценочные материалы и балльно-рейтинговая система\* оценивания уровня сформированности компетенций (части компетенций) по итогам освоения дисциплины «Программные комплексы расчета оболочек» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

\* - ОМ и БРС формируются на основании требований соответствующего локального нормативного акта РУДН.

**Разработчики:**

Доцент департамента строительства  
должность, БУП



подпись

М.И. Рынковская

Фамилия И.О.

должность, БУП

подпись

Фамилия И.О.

**Руководитель БУП**

директор департамента  
строительства

должность, БУП



подпись

Рынковская М.И.

Фамилия И.О.

**Руководитель программы**

директор департамента  
строительства

должность, БУП



подпись

Рынковская М.И.

Фамилия И.О.