

## АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### «Строительная механика энергоустановок»

Дисциплина «Строительная механика энергоустановок» является частью программы бакалавриата «Энергетическое машиностроение (общий профиль, СУОС)» по направлению «13.03.03 Энергетическое машиностроение».

#### **Цели и задачи дисциплины**

Целью изучения дисциплины является приобретение студентами навыков расчета конструкций и отдельных элементов энергетических установок на прочность, жесткость и устойчивость при различных воздействиях с использованием современных программ конечно-элементного анализа. Основными задачами изучения дисциплины являются: – изучение методов расчета на прочность, жесткость и устойчивость отдельных элементов конструкций энергетических установок; – освоение программы конечно-элементного анализа для проведения прочностных расчетов и анализа конструкций на устойчивость; – формирование навыков владения персональным компьютером как инструментом для проведения расчетов элементов конструкции энергетических установок на прочность, жесткость и устойчивость..

#### **Исследуемые объекты дисциплины**

– основы строительной механики элементов инженерных конструкций; – методы расчета на прочность, жесткость и устойчивость различных конструкций; – современные компьютерные программы для решения задач строительной механики..

### Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	72	72	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	32	32	
- лабораторные работы (ЛР)	36	36	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)			
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

### Краткое содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
7-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Расчет на прочность и устойчивость основных конструктивных элементов	12	18	0	32
<p>Тема 4. Расчет стержневых систем и ферменных конструкций. Кинематический анализ стержневых систем и ферменных конструкций. Статически определимые и неопределимые стержневые системы. Расчет плоских стержневых систем и пространственных ферм. Расчет статически определимых ферм. Метод вырезания углов. Метод сечений. Особенности построения стержневых и балочных моделей в ANSYS.</p> <p>Тема 5. Расчет пластин. Основные уравнения и гипотезы. Вывод основных уравнений в декартовой системе координат. Плоское напряженное состояние пластин. Изгиб пластин, основные соотношения. Вывод дифференциального уравнения упругой поверхности пластины. Учет граничных условий. Общее решение дифференциального уравнения для прямоугольной пластины. Решение в двойных тригонометрических рядах (метод Навье). Метод Бубнова-Галеркина. Круглые пластины. Особенности расчета прогиба пластин в ANSYS.</p> <p>Тема 6. Расчет оболочек вращения. Основные понятия и гипотезы Кирхгофа-Лява. Геометрия оболочек вращения. Основные соотношения общей теории оболочек. Вывод геометрических соотношений (уравнений связи деформаций и перемещений). Безмоментная теория оболочек вращения. Основные уравнения безмоментной теории оболочек. Уравнения осесимметричной задачи. Вычисление напряжений и деформации в сферической и цилиндрической оболочках при действии внутреннего давления. Основные уравнения моментной теории оболочек. Уравнения моментной теории оболочек при осесимметричной деформации. Краевой эффект для цилиндрической оболочки. Расчеты оболочек в ANSYS.</p> <p>Тема 7. Расчет на устойчивость.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>Понятие об устойчивости. Задача Эйлера. Зависимость критической силы от условий закрепления стержня.</p> <p>Устойчивость пластин. Устойчивость прямоугольной пластины, шарнирно опертой по контуру и сжатой в одном направлении. Двустороннее сжатие прямоугольной пластины.</p> <p>Устойчивость цилиндрических оболочек. Устойчивость цилиндрических оболочек при осевом сжатии и внешнем давлении. Устойчивость сферической оболочки при внешнем давлении.</p> <p>Особенности расчетов на устойчивость в ANSYS.</p>				
Основы метода конечных элементов	8	6	0	16
<p>Тема 8. Конечные элементы.</p> <p>Дискретизация области исследования (одномерные и двумерные элементы). Одномерный симплекс-элемент. Получение функций формы. Свойства функций формы. Естественные координаты. Вывод функций формы для линейного и квадратичного одномерного элементов.</p> <p>Треугольный конечный элемент. L-координаты треугольного элемента. Вывод функций формы для линейного и квадратичного треугольных элементов.</p> <p>Четырехугольные конечные элементы. Трехмерные конечные элементы.</p> <p>Тема 9. Математические модели решения задач теории упругости.</p> <p>Одномерная модель. Плоское напряженное состояние. Плоское деформированное состояние. Обобщенная плоская деформация. Осесимметричные модели. Трехмерное напряженно-деформированное состояние.</p> <p>Тема 10. Применение МКЭ для модели плоского напряженного состояния.</p> <p>Запись основных соотношений теории упругости для конечного элемента в матричной форме. Вычисление производных функций формы. Матрица Якоби. Математическая постановка МКЭ. Основные этапы решения задачи МКЭ.</p> <p>Тема 11. Численная реализация МКЭ. Построение конечно-элементной модели конструкции. Формирование матрицы</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
конечного элемента. Применение численного интегрирования при определении матрицы элементов. Формирование глобальной матрицы системы уравнений МКЭ. Организация хранения глобальной матрицы системы уравнений МКЭ. Учет граничных условий при решении систем уравнений МКЭ. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Вычисление деформаций и напряжений.				
Основы прикладной теории упругости и конечно-элементного анализа в ANSYS	12	12	0	24
<p>Введение.</p> <p>Место дисциплины в системе подготовки специалиста. Цель преподавания и задачи изучения дисциплины. Состав дисциплины. Объем в часах лекционных и лабораторных занятий. Формы промежуточного и заключительного контроля. Рекомендуемая основная и дополнительная литература.</p> <p>Предмет и задачи курса. Задачи прочностного анализа и методы исследования.</p> <p>Классификация расчетных схем.</p> <p>Классификация сил. Классификация задач строительной механики.</p> <p>Тема 1. Основы прикладной теории упругости.</p> <p>Деформированное состояние. Тензор деформаций. Главные деформации.</p> <p>Инварианты деформированного состояния.</p> <p>Интенсивность деформаций. Объемная деформация. Уравнения связи деформаций и перемещений в декартовой системе координат.</p> <p>Уравнения неразрывности деформаций.</p> <p>Напряженное состояние. Тензор напряжений.</p> <p>Главные напряжения. Закон парности касательных напряжений. Инварианты напряженного состояния.</p> <p>Обобщенный закон Гука. Физико-механические свойства конструкционных материалов.</p> <p>Изотропные и анизотропные материалы.</p> <p>Понятие о вязкоупругости.</p> <p>Дифференциальные уравнения равновесия в декартовой системе координат.</p> <p>Запись основных уравнений теории упругости в цилиндрической системе координат.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>Методы решения линейной задачи теории упругости. Метод перемещений и метод сил. Задача Ламе.</p> <p>Основные модели напряженно-деформированного состояния (НДС). Плоское напряженное состояние (ПНС). Плоско-деформированное состояние (ПДС). Решение осесимметричных задач.</p> <p>Запасы прочности, как соотношение разрушающей и расчетной нагрузок. Коэффициент безопасности и основные его составляющие.</p> <p>Тема 2. Вариационные и приближенные методы расчета силовых конструкций. Потенциальная энергия деформации упругой системы. Вариационное решение задачи теории упругости в перемещениях. Вариационный принцип Лагранжа.</p> <p>Приближенные методы решения задач строительной механики. Метод Ритца-Тимошенко. Конечно-разностные методы. Метод конечных элементов.</p> <p>Тема 3. Использование пакета конечно-элементного анализа ANSYS.</p> <p>Назначение комплектация и основные возможности пакета. Основные этапы решения задачи в ANSYS. Место конечно-элементного анализа при проектировании. Построение геометрической и конечно-элементной моделей, задание граничных условий, решение задачи, анализ результатов. Стандартные форматы обмена графической информации между приложениями.</p> <p>Решение плоских задач (ПНС, ПДС, осесимметричная). Расчет стержней и балок. Расчет пластин и оболочек. Динамический анализ (гармонический анализ, модальный анализ, анализ переходных процессов). Температурный анализ. Проведение расчетов на устойчивость.</p>				
ИТОГО по 7-му семестру	32	36	0	72
ИТОГО по дисциплине	32	36	0	72