

УТВЕРЖДАЮ

Ректор ЮУрГУ  
А.Л. Шестаков

---

**УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА**  
**курса повышения квалификации**  
**«Пакет прочностного анализа ANSYS Mechanical»**  
**начального уровня (72 час.)**

**1. Введение (4 часа)**

Методы Ритца и Бубнова-Галеркина. Основные идеи и термины метода конечных элементов. Сходимость и точность. Общие принципы построения пакетов программ, реализующих метод конечных элементов. Характеристики типов конечных элементов. Обзор классов задач, решаемых с помощью пакета ANSYS.

**2. Классы решаемых задач (52 часа)**

**2.1 Упругие конструкции при квазистатическом механическом нагружении (12 часов)**

Стартовые настройки программы. Структура интерфейса программы. Файловая структура. Типы файлов. Файл базы данных, протокол, входные файлы; сохранение и загрузка. Файлы настройки, фильтры главного меню.

Элементы: выбор типа, указание опций и констант. Простейшие модели материалов. Простейшие задачи с ручной генерацией КЭ.

Геометрическое моделирование «снизу-вверх» и «сверху-вниз». Импорт из CAD-систем.

Выбор объектов. Создание компонентов.

Генерация сетки (назначение атрибутов элементов, размеров КЭ и параметров сгущения, свободная и регулярная сетка).

Граничные условия и нагрузки (симметрия, связывание степеней свободы).

Запуск расчета. Шаги (варианты) нагружения.

Постпроцессорная обработка. (Визуализация результатов. Погрешности осреднения. Комбинирование расчетных случаев. Отчеты.)

Выполнение примеров расчетов напряжений в квазистатических упругих задачах (пластинки, оболочки, массивные детали). Проверка сходимости.

Параметрическое моделирование в ANSYS; язык APDL; макросы.

## **2.2 Физическая и геометрическая нелинейность (12 часов)**

Гибкие конструкции (большие перемещения). Отличие уравнений от уравнений для жестких конструкций (принцип начальных размеров). Методы решения уравнений. Решение нелинейных уравнений в ANSYS.

Нелинейные эффекты поведения материала. Постановки задач (расчет кинетики и расчет стабильного цикла). Обзор моделей поведения материалов в пакете ANSYS. Технология выполнения расчетов (задание модели материала, типы элементов, подготовка данных о программе нагружения, примеры расчетов). Вопросы сходимости.

## **2.3 Контактные задачи (4 часа)**

Типы контактов. Нелинейность задачи с односторонними связями; алгоритмы решения (метод штрафных функций, метод множителей Лагранжа, комбинация). Контакт с деформируемыми и твердыми телами. Автоматизация подготовки данных. Выполнение примеров расчетов.

## **2.4 Задачи устойчивости (4 часа)**

Возможные способы решения (определение критической нагрузки через решение задачи о собственных значениях и расчет кинетики деформирования в геометрически нелинейной постановке), преимущества и недостатки, подготовка исходных данных. Выполнение примеров расчетов.

## **2.5 Расчеты тепловых напряжений (8 часов)**

Описание свойств материала (зависимость от температуры, поведение при неизотермическом нагружении, ползучесть). Технологии расчета – решение связанной задачи, несвязанные решения тепловой задачи и задачи определения напряжений. Расчет стационарной и нестационарной теплопередачи в твердых телах (простейшие примеры) и расчет напряжений.

## **2.6 Оптимизация конструкций (8 часов)**

Задача однокритериальной условной оптимизации. Применяемые в ANSYS способы оптимизации – параметрическая и топологическая. Алгоритмы поиска экстремума при параметрической оптимизации. Выполнение примеров расчетов.

## **2.7 Основы работы с вычислительным кластером (4 часа)**

Обмен файлами между вычислительным кластером и персональным компьютером, постановка задачи на решение.

## **3. Решение индивидуальных задач (16 часов)**

Работа слушателей над интересующими их задачами или задачами выданных преподавателем.

## **4. Методические рекомендации и пособия по изучению курса или дисциплины**

Методические пособия предоставляются слушателям в виде копий слайдов (презентаций), подготовленных преподавателями.

## 5. Рекомендации по самостоятельной работе

Решение слушателями задач, поставленных перед ними кафедрой, подразделением ЮУрГУ или возникших в процессе исследовательской работы.

## 6. Контрольные задания

Освоения курса оценивается преподавателем по качеству решения задачи (задач), выполненной в рамках самостоятельной работы.

## 7. Литература

1. Каплун А.Б., Морозов Е.М. Олферьева М.А. ANSYS в руках инженера – М.: Едиториал УРСС, 2004 г. – 272 стр. ISBN: 5-354-00729-1 ISBN13: 978-5-354-00729-5
2. Басов К.А. ANSYS в примерах и задачах/ Под общ. Ред. Д.Г.Красковского.- М.: КомпьютерПресс, 2002.-224с.:ил.
3. Чигарев А.В., Кравчук А.С., Смалюк А.Ф. ANSYS для инженеров: Справ. пособие. М.: Машиностроение-1, 2004. 512 с.
4. Чернявский А.О. Метод конечных элементов. Основы практического применения. // Инженерный журнал "Справочник". Приложение. - М.: Машиностроение, 2003. - 10. - С.1-23; 2003. - 11. - С.1-24

Разработчики:

Зав. кафедрой «Прикладная механика,  
динамика и прочность машин», профессор, д.т.н.

А.О. Чернявский

Программист лаборатории параллельных вычислений  
кафедры «Системное программирование»

Н.Ю. Долганина

Зав. лабораторией параллельных вычислений  
кафедры «Системное программирование»

Р.С. Федянина