

**ПЛАН ОКАЗАНИЯ УСЛУГ ПО СОПРОВОЖДЕНИЮ
программы для ЭВМ**

APM WinMachine

**Дополнительные консультации:
«Нелинейные расчеты конструкций»**

Цель: овладение пользовательским интерфейсом модулей программного продукта *APM WinMachine* и получения навыков его применения для проведения нелинейных расчетов.

Целевая аудитория: инженеры и конструкторы машиностроительных предприятий, научные сотрудники, преподаватели и студенты высших технических учебных заведений.

Продолжительность – 2 рабочих дня:

- 16 часов в очном формате (самостоятельные задания входят в основное время консультаций);
- 8 часов в онлайн формате (самостоятельные задания не входят в основное время консультаций).

Уровень предварительной подготовки слушателей:

- навыки работы в среде Windows;
- навыки работы в графических 3D-редакторах;
- знания основ курса «Сопротивление материалов» в объеме вузовской программы;
- навыки работы с программами *APM* в объеме тарифа «Базовый».

Основные требования к компьютеру:

- 4-х ядерный процессор, поддерживающий 64-х разрядную адресацию;
- объем оперативной памяти – от 8 ГБ;
- размер свободного пространства на жестком диске – не менее 100 ГБ;
- видеокарта, поддерживающая OpenGL (включая встроенную графику от Intel или AMD);
- операционные системы: MS Windows 10/11, MS Windows Server 2019/2022.

План оказания услуг

ЭТАП 1

Введение

- Основные понятия о нелинейных системах.
- Виды нелинейностей.
- Нелинейные модели материалов.
- Особенности решения нелинейных задач, сходимость.
- Общие сведения о проведении нелинейных расчетов в *APM WinMachine*.

Инструменты для проведения расчетов с учетом конструктивной нелинейности

- Особенности конструктивно-нелинейных моделей.
- Односторонние опоры и односторонние связи.
- Канаты.
- Создание расчетных моделей, задание необходимых граничных условий.
- Настройки расчетов конструктивной нелинейности.
- Проведение расчета.
- Вывод результатов: карты результатов, визуализация включения/выключения связей.

Самостоятельная работа по расчету конструкций с учетом конструктивной нелинейности.

Геометрическая нелинейность

- Создание расчетных моделей, задание необходимых граничных условий.
- Настройки расчетов геометрической нелинейности.
- Проведение расчетов.
- Вывод результатов: карты результатов, сравнение результатов с линейными.

Самостоятельная работа по расчету конструкций с учетом геометрической нелинейности.

ЭТАП 2

Физическая нелинейность

- Создание расчетной модели, задание необходимых граничных условий.
- Ввод нелинейных характеристик материалов.
- Настройки расчетов физической нелинейности.
- Проведение расчета.
- Вывод результатов: карты результатов, пластические деформации, полные деформации.

Самостоятельная работа по расчету конструкций с учетом физической нелинейности.

Контактное взаимодействие

- Создание расчетной модели, задание необходимых граничных условий.
- Настройки контактных зон.
- Настройки расчетов контактного взаимодействия.
- Проведение расчета.
- Вывод результатов: карты результатов, контактные напряжения, визуализация контактных областей.

Самостоятельная работа по расчету контактного взаимодействия.

Нелинейный статический расчет

- Создание расчетной модели, задание необходимых граничных условий.
- Задание нагрузок по шагам и подшкам, таблицы, графики, выражения.
- Учет геометрической и физической нелинейностей.
- Сходимость по силам и перемещениям.
- Настройки нелинейного динамического расчета.
- Проведение расчета.
- Контроль сходимости: график сходимости, лог.
- Вывод результатов: карты результатов, анимация.

Самостоятельная работа по проведению нелинейного статического расчета.

Нелинейный динамический расчет

- Особенности нелинейного динамического расчета.
- Создание расчетной модели, задание необходимых граничных условий.
- Задание начальных условий, зависимость от времени.
- Настройки нелинейного динамического расчета.
- Проведение расчета.
- Контроль сходимости: график сходимости, лог.
- Вывод результатов: карты результатов, анимация.

Самостоятельная работа по проведению нелинейного динамического расчета.