

## **ПЛАН ОКАЗАНИЯ УСЛУГ ПО СОПРОВОЖДЕНИЮ программного продукта «APM Civil Engineering»**

### **Вводный курс в дистанционной форме**

#### **Для кого предназначен курс**

Для пользователей, ранее не имевших опыт работы в программах конечно-элементного анализа и ещё не обладающих основной инженерной терминологией.

#### **Задачи курса**

Ознакомить пользователя с некоторыми основами метода конечных элементов (МКЭ), правилами построения моделей (стержневых и оболочечных) средствами APM Civil Engineering (APM CE), а также порядком наделения моделей свойствами и анализом результатов расчёта в виде перемещений, усилий и напряжений.

#### **Продолжительность**

3 рабочих дня (12 часов). Дополнительно слушателям потребуется время для решения задач, выделенных на самостоятельную работу.

#### **Техническая обеспеченность**

Наличие отдельного компьютера для каждого слушателя, оснащённого двумя мониторами (разрешением не менее 1920x1080), гарнитурой (наушники с микрофоном) и, желательно, видеокамерой. Также обязательным является наличие сети Интернет и канала связи с пропускной способностью от 5 МБит/с.

#### **Основные требования к компьютеру**

Процессор – четыре ядра, поддерживающий 64-х разрядную адресацию. Объем оперативной памяти – от 8 Гб. Размер свободного пространства на жестком диске от 500 Мб.

## Этап 1 (4 часа)

### Основная часть:

– Рассмотрение основных типов конечных элементов, реализованных в программе APM Civil Engineering. Теоретические представления о методе конечных элементов. Основные типы конечных элементов. Концепция дискретизации континуальной задачи.

– Основы моделирования. Узлы, стержневые, оболочечные, объёмные конечные элементы. Свойства моделей: материалы, сечения, толщины. Граничные условия: нагрузки, виды нагрузок, опорные закрепления. Геометрические операции с моделями, преобразование свойств элементов (поворот сечений, смещение пластины и пр.). Работа с группами выделенных элементов и узлов.

### Практика:

– Обсуждение вопросов, связанных с методом конечных элементов, правила выбора типа конечного элемента для решения задач, а также ответы на принципиальные вопросы.

– Построение типовой схемы здания или сооружения с использованием описанного в основной части функционала.

## Этап 2 (4 часа)

### Основная часть:

– Работа с пользовательскими сечениями и материалами. Создание пользовательского поперечного сечения, библиотек сечений, определение геометрических характеристик сечения. Работа со свойствами сечений (смещение сечений), пластины без жёсткости, смещение пластин с привязкой к расчётной модели.

– Правила назначения шарниров, освобождения связей, объединения перемещений. Назначение дополнительных свойств модели с привязкой к реальным узлам. Рассмотрение конкретных узлов из типовых серий.

### Практика:

– Обсуждение вопросов по предыдущему этапу.

– Формирование пользовательских сечений и назначение их в модели.

– На созданной в предыдущем этапе модели назначение параметров примыкания элементов друг к другу, описанных в основной части.

---

### Этап 3 (4 часа)

#### Основная часть:

– Работа с результатами расчёта: перемещения и их компоненты, напряжения и компоненты тензора напряжений, внутренние силовые факторы. Карта результатов и меню нагрузки. Анализ напряжённого состояния в сечении. Параметры статического линейного расчёта и параметры расчёта на устойчивость. Некоторые критерии прочности, жёсткости и устойчивости.

#### Практика:

– Статический расчёт модели с последующей проверкой прочности, жёсткости и устойчивости

– Вопросы от пользователей по теме занятия и по всем занятиям. Обсуждение будущих нововведений.