

# ПЛАН ОКАЗАНИЯ УСЛУГ по СОПРОВОЖДЕНИЮ

## Базовый вариант в дистанционной форме

по подготовке и решению задач с использованием программного продукта

### **APM StructFEM**

*Прочностной расчет конструкций*

*(с возможностью проектирования узлов и соединений)*

**Общая направленность** – освоение современных программных комплексов автоматизированного проектирования машиностроительных конструкций.

#### **Для кого предназначен?**

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

**Основная учебно-методическая задача** – овладение пользовательским интерфейсом модулей программного продукта *APM StructFEM* и получения навыков его применения для решения учебно-практических задач в области машиностроения.

**Продолжительность** – 4 рабочих дня (16 часов). Дополнительно слушателям потребуется время для решения задач, выделенных на самостоятельную работу.

#### **Уровень предварительной подготовки слушателей:**

- навыки работы в среде Windows;
- навыки работы в графических 3D-редакторах;
- знания основ курсов «Сопротивление материалов» и «Строительная механика» в объеме вузовской программы.

**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.

# План оказания услуг

## 1 Этап (4 часа)

### **Раздел 1. Обзор основных возможностей APM StructFEM**

#### *Обзор основных возможностей APM StructFEM*

- Основные возможности APM StructFEM.
- Краткое теоретическое описание метода конечных элементов (МКЭ).

### **Раздел 2. Основные принципы работы с моделями деталей и сборок для проведения прочностного анализа в APM Studio**

#### *1. Подготовка моделей деталей и сборок к расчетам*

- Импорт твердотельных и поверхностных 3D-моделей.
- Когда актуально проводить расчет поверхностных моделей? Переход от твердотельной модели к поверхностной. Особенности расчета поверхностных моделей.
- Инструменты для корректировки(подготовки) моделей к расчету.
- Работа с материалами. Ввод характеристик материалов в «ручном» режиме.

#### *2. Проведение расчетов и анализ полученных результатов*

- Общий порядок проведения расчетов.
- Основные инструменты для задания граничных условий.
- Определение контакта между деталями в сборках. Работа с инструментом задания «Совпадающих поверхностей».
- Генерация КЭ сетки. Генерация сетки на отдельных деталях, а также предварительное разбиение поверхностей или ребер.
- Выбор типа расчета и настройка его параметров.
- Вывод цветowych карт результатов. Использование специализированных инструментов при работе с картами результатов (настройки в окне «Параметры отображения», выноски, измерители расстояний).
- Связь модулей APM Studio с модулем APM Structure3D для передачи КЭ сетки.
- Выдача задания для самостоятельной работы по расчету сборочной единицы.

## 2 Этап (4 часа)

#### *Проверка решения домашнего задания и ответы на возникшие вопросы*

### **Раздел 3. Работа с модулем прочностного расчета APM Structure3D по созданию комбинированной стержневой и оболочечной модели и проведению её расчета**

#### *1. Назначение и возможности модуля APM Structure3D*

- Аттестационный паспорт Ростехнадзора, примеры верификационных задач. Точность расчета, которую может обеспечить модуль APM Structure3D.

#### *2. Создание и проведение расчета стержневой модели конструкции*

- Создание модели металлоконструкции из стержневых конечных элементов.
- Присвоение поперечных сечений стержневым элементам. Локальная система координат стержня.
- Задание опор модели конструкции.
- Приложение сосредоточенных и распределенных нагрузок к элементам стержневой модели конструкции. Учет собственного веса.
- Запуск на расчет и просмотр результатов расчета.

#### *3. Создание и проведение расчета комбинированной стержневой и оболочечной модели конструкции*

- Основные правила создания и разбиения пластинчатых элементов модели конструкции. Локальная система координат пластины.

- Моделирование совместной работы между стержнями и пластинами.
- Приложение распределенных нагрузок к пластинчатым элементам модели конструкции.
- Проведение статического расчета и просмотр результатов расчета в пластинчатых элементах.
- Выдача задания для самостоятельной работы по расчету комбинированной стержневой и оболочечной модели конструкции.

### 3 Этап (4 часа)

*Проверка решения домашнего задания и ответы на возникшие вопросы*

#### **Раздел 4. Работа с модулем прочностного расчета APM Structure3D по созданию и расчету оболочечной модели конструкции. Использование слоев для моделирования и загрузений для проведения расчета**

*Создание и проведение расчета оболочечной модели конструкции с учетом слоев и загрузений*

- Основные принципы создания оболочечной конструкции в редакторе модуля APM Structure3D. Работа с функционалом «Слой».
- Задание нагрузок с использованием функционала «Загружения». Создание «Комбинаций загрузений».
- Расчет оболочечной модели и просмотр результатов расчета по различным слоям и загрузениям.

#### **Раздел 5. Расчет и проектирование соединений элементов и деталей машин в модуле APM Joint**

*Расчет и проектирование группового болтового и сварного соединений в модуле APM Joint*

- Решение задачи по расчету группового болтового соединений и анализ результатов расчета.
- Решение задачи по расчету таврового одностороннего сварного соединения и анализ результатов расчета.
- Выдача задания для самостоятельной работы по расчету группового болтового и сварного соединения.

### 4 Этап (4 часа)

*Проверка решения домашнего задания и ответы на возникшие вопросы*

#### **Раздел 6. Использование специализированного функционала APM Structure3D для создания конструкций и узлов их соединений**

*Специальные инструменты и особые приемы работы с моделями*

- Создание шарнира в узле и шарнира на конце стержня. Задание освобождения связи стержневого и пластинчатого элементов.
- Копирование с использованием буфера обмена, вставки части модели.
- Поворот модели относительно ГСК, создание зеркальной копии, полярный массив.
- Внецентренное соединение стержневых элементов. Точки привязки стержней и пластин.
- Организация связи узел – группа узлов. Пример – соединение встык двутавра, выполненного из пластин, и двутавра, выполненного из стержней.

#### **Раздел 7. Проведение расчетов по анализу устойчивости и нахождения собственных частот в APM Structure3D**

*Анализ устойчивости и собственных частот в модуле APM Structure3D*

- Расчет конструкции на устойчивость, параметры расчета и оценка результатов расчета.
- Расчет собственных частот и собственных форм. Модальные массы и сумма модальных масс.