

# Программа курса консультационных услуг по подготовке и решению задач САПР с использованием Программы для ЭВМ **APM Civil Engineering** **Расчет и проектирование конструкций для промышленного и гражданского строительства**

**Общая направленность курса** – освоение современных программных комплексов автоматизированного проектирования конструкций для промышленного и гражданского строительства.

**Продолжительность** – 5 рабочих дней (40 академических часов).

Уровень предварительной подготовки:

- начальные навыки работы в среде Windows;
- знания основ курсов «Сопrotивление материалов» и «Строительная механика» в объеме вузовской программы, а также знание общих разделов нормативных документов СНиП, СП и СТО.

**Основная учебно-методическая задача** – овладение пользовательским интерфейсом модулей CAD/CAE Системы APM Civil Engineering и получения навыков применения возможностей этой системы для решения практических задач САПР в области гражданского и промышленного строительства.

## План проведения занятий

### Раздел 1. Обзор основных модулей Системы APM Civil Engineering

Занятие 1 (1 час).

Тема: Обзор основных модулей Системы APM Civil Engineering.

1. Инженерные модули Системы APM Civil Engineering.
2. Модули конечно-элементного расчета.
3. Графические средства Системы APM Civil Engineering и их назначение.
4. Базы данных и база знаний.

### Раздел 2. Порядок работы с плоским графическим редактором APM Graph в режиме рисования и создания параметрической модели

Занятие 2 (2 часа).

Тема: Основные принципы работы с плоским графическим редактором APM Graph.

1. Типы линий и стили текста.
2. Операции с основными примитивами.
3. Работа с группами объектов и над объектами.

Занятие 3 (2 часа)

Тема: Основные принципы параметризации и создание параметрической модели с помощью редактора APM Graph.

1. Принципы и правила создания параметрической модели.
2. Пример создания конкретной параметрической модели.
3. Практическое занятие «Создание параметрической модели фланца».

### **Раздел 3. Работа с модулем прочностного расчета APM Structure3D по созданию моделей произвольных конструкций и проведению их расчета**

Занятие 4 (2 часа).

Тема: Создание стержневой модели конструкции и проведение ее расчета

1. Основные принципы расчета методом конечных элементов. Типы конечных элементов и связанные с ними ограничения. Размерность решаемых с помощью APM Structure3D задач.
2. Создание узлов и стержневых элементов модели конструкции.
3. Присвоение поперечных сечений стержневым элементам. Локальная система координат стержня. Задание опор модели конструкции.
4. Приложение сосредоточенных и распределенных нагрузок к элементам стержневой модели конструкции. Учет собственного веса.
5. Запуск на расчет и просмотр результатов расчета.

Занятие 5 (2 часа)

Практическое занятие «Создание и проведение расчета стержневой модели конструкции»

Занятие 6 (1,5 часа)

Тема: Создание и проведение расчета стержнево-пластинчатой модели конструкции

1. Основные правила создания и разбиения пластинчатых элементов модели конструкции. Локальная система координат пластины.
2. Моделирование сплошного сварного шва между стержнями и пластинами.
3. Приложение распределенных нагрузок к пластинчатым элементам модели конструкции.
4. Проведение статического расчета и просмотр результатов расчета в пластинчатых элементах.

Занятие 7 (2 часа)

Практическое занятие «Создание и проведение расчета стержнево-пластинчатой модели конструкции»

Занятие 8 (1 час)

Тема: Создание и проведение расчета оболочечной модели конструкции

1. Основные принципы создания оболочечных конструкций в редакторе модуля APM Structure3D. Проведение расчета такой модели.
2. Препроцессор создания 3D-моделей APM Studio: основные принципы работы с ним и его применение для построения оболочечных моделей.
3. Задание действующих на элементы 3D-модели нагрузок в APM Studio, генерация конечно-элементной сетки и передача этой сетки в APM Structure3D для проведения расчета.

Занятие 9 (1,5 часа)

Практическое занятие «Создание и расчет оболочечной модели конструкции»

Занятие 10 (4,5 часа)

Тема: Дополнительные функциональные возможности модуля APM Structure3D по построению модели конструкции и заданию действующих на нее нагрузок.

1. Типы стержневых элементов: балка, ферма, канат.
2. Использование видовых плоскостей и слоев при создании и редактировании модели конструкции.
3. Работа с инструментами, предназначенными для создания и редактирования модели: копирование, поворот объекта, создание зеркальной копии, выталкивание, создание полярного массива, выравнивание узлов.
4. Задание локальной системы координат в узлах. Задание упругих опор.

5. Создание шарниров в узлах модели конструкции и освобождение связей стержневого элемента в узле.
6. Задание упругих связей и совместного перемещения элементов модели конструкции.
7. Внецентренное соединение стержневых элементов модели конструкции.
8. Инструменты для проверки модели конструкции на связность и наличие сечения; проверка углов пластин; соединение близкорасположенных узлов.
9. Приложение к элементам модели конструкции нагрузок специального вида: действующей на стержень распределенной нагрузки в глобальной системе координат; нагрузки, заданной смещением узлов (осадкой опор); тепловых нагрузок.
10. Создание пластин без жесткости.
11. Задание снеговых, ветровых, а также сейсмических нагрузок.
12. Создание комбинаций загружений.

#### Занятие 11 (1,5 часа)

Тема: Создание модели конструкции, состоящей из объемных элементов

1. Основные принципы создания конструкций из объемных элементов в редакторе модуля APM Structure3D. Проведение расчета такой модели.
2. Использование препроцессора APM Studio для создания объемных моделей.

#### Занятие 12 (1,5 часа)

Практическое занятие «Создание и расчет объемной модели конструкции»

#### Занятие 13 (2,5 часа)

Тема: Проведение других видов расчетов в модуле APM Structure3D

1. Расчетные сочетания усилий.
2. Расчет на устойчивость и его параметры.
3. Нелинейный расчет и его особенности.
4. Расчет собственных частот и собственных форм.
5. Расчет вынужденных колебаний.

### **Раздел 4. Расчет и проектирование узлов металлоконструкций**

#### Занятие 14 (1 час)

Тема: Расчет и проектирование разборных и неразборных узлов металлоконструкций в модуле APM Joint

1. Расчет и проектирование группового болтового и заклепочного соединений.
2. Расчет и проектирование сварных соединений различных типов.

#### Занятие 15 (0,5 часа)

Тема: Расчет и проектирование разборных и неразборных узлов металлоконструкций в модуле APM Structure3D.

1. Генерация чертежей типовых узлов металлоконструкций.
2. Использование стержневой модели конструкции в качестве исходных данных для расчета болтовых, заклепочных и сварных соединений.

#### Занятие 16 (1 час)

Практическое занятие «Проектирование группового болтового и сварного соединений»

### **Раздел 5. Расчет и проектирование металлоконструкций, железобетонных, армокаменных и деревянных конструкций в соответствии с требованиями нормативных документов СНиП, СП и СТО**

**Занятие 17 (1 час)****Тема: Проверка несущей способности элементов металлоконструкций в модуле APM Structure3D**

1. Принципы и правила создания стального конструктивного элемента.
2. Проверка несущей способности стального элемента и оценка полученных результатов.

**Занятие 18 (0,5 часа)****Практическое занятие «Проверка несущей способности элементов металлоконструкций»****Занятие 19 (3 часа)****Тема: Проведение проектировочного и проверочного расчета железобетонных элементов в модуле APM Structure3D.**

1. Принципы и правила создания железобетонного конструктивного элемента.
2. Проведение проектировочного и проверочного расчетов железобетонных конструктивных элементов.
3. Визуализация и оценка результатов армирования железобетонных элементов.

**Занятие 20 (4 часа)****Тема: Расчет и проектирование оснований и фундаментов в модуле APM Structure3D**

1. Расчет и проектирование свайного фундамента.
2. Расчет и проектирование одиночного фундамента.
3. Расчет и проектирование ленточного фундамента.
4. Расчет и проектирование сплошного фундамента.

**Занятие 21 (4 часа)****Тема: Выполнение тестовых расчетов из реальной практики обучающихся.**