

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

APM WinMachine

**Тариф «Базовый»
(очно)**

Цель: овладение пользовательским интерфейсом модулей программного продукта *APM WinMachine* и получение навыков его применения для решения практических задач в области машиностроения.

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

Продолжительность – 4 рабочих дня:

- практические занятия – 20 часов;
- самостоятельная работа – 12 часов.

Уровень предварительной подготовки слушателей:

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

Основные требования к компьютеру:

- процессор с частотой от 2,5 ГГц;
- объем оперативной памяти – от 8 Гб;
- не менее 100 Гб свободного пространства на жестком диске;
- графический ускоритель с поддержкой OpenGL;
- операционные среды: MS Windows 8.1, 10, 11.

План оказания услуг

ЭТАП 1

Введение

- Общие сведения о программных продуктах. Основные возможности *APM WinMachine*.
- Краткие теоретические сведения о методе конечных элементов и принципах расчетов.

Основы работы с расчетным модулем APM Studio

Общие сведения об APM Studio

- Назначение и основные возможности.
- Обзор интерфейса.
- Основные операции.

Расчеты деталей в APM Studio

Работа с геометрией

- Поверхностные и твердотельные модели деталей: создание, импорт, экспорт, модификация.

Подготовка моделей к расчетам

- Инструменты для подготовки и корректировки геометрии моделей.
- Переход от твердотельных моделей к поверхностным.
- Материалы и свойства конечных элементов.
- Граничные условия: нагрузки и закрепления.
- Конечно-элементная сетка: создание, параметры, типы конечных элементов, сохранение.

Инструменты для проведения расчетов и анализа полученных результатов

- Общий порядок проведения расчетов.
- Выбор типа расчета и настройка его параметров.
- Линейный статический расчет деталей.
- Вывод результатов: параметры вывода, цветовые карты результатов.

Самостоятельная работа по расчету деталей в APM Studio.

Расчеты сборочных единиц в APM Studio

Работа с геометрией

- Модели сборочных единиц, особенности работы со сборками.
- Создание и импорт сборочных единиц.
- Редактирование деталей в сборках.
- Связывание деталей в сборках: контакты и соединения.
- Конечно-элементная сетка: учет размеров деталей и всей сборки, предварительное разбиение.
- Линейный статический расчет конструкции.
- Вывод результатов для сборки и отдельных деталей.

Самостоятельная работа по расчету сборочных единиц в APM Studio.

ЭТАП 2

Основы работы с расчетным модулем APM Structure3D

Общие сведения об APM Structure3D

- Назначение и основные возможности.
- Верификация и точность расчета.
- Обзор интерфейса и основных команд.

Расчеты стержневых моделей в APM Structure3D

Создание моделей конструкций из стержневых конечных элементов

- Построение геометрии моделей.
- Типы стержневых элементов, степени свободы, шарниры.
- Свойства стержневых элементов: поперечные сечения и их ориентация, локальная система координат.
- Материалы.
- Опоры.
- Узловые и распределенные механические нагрузки на стержни, учет собственного веса.
- Загружения и комбинации нагружений.

Инструменты для проведения расчетов и анализа полученных результатов

- Общий порядок проведения расчетов.
- Выбор типа расчета и настройка его параметров.
- Линейный статический расчет стержневой модели конструкции.
- Вывод результатов: параметры вывода и цветовые карты результатов для стержней, реакции опор, внутренние силовые факторы.

Дополнительные инструменты для работы с моделью

- Фильтры вида и свойств для узлов и стержней.
- Цветовые фильтры и фильтры текущих параметров.
- Единицы измерения.

Самостоятельная работа по расчету стержневых моделей в APM Structure3D.

ЭТАП 3

Расчеты пластинчатых моделей в APM Structure3D

Создание моделей конструкций из пластинчатых конечных элементов

- Построение геометрии моделей.
- Типы пластинчатых элементов, степени свободы.
- Свойства пластинчатых элементов: толщина, локальная система координат.
- Механические нагрузки на пластины.

Инструменты для проведения расчетов и анализа полученных результатов

- Линейный статический расчет пластинчатой модели конструкции.
- Вывод результатов: параметры вывода и цветовые карты результатов для пластин.

Дополнительные инструменты для работы с моделями

- Фильтры вида и свойств для пластин.
- Слои.
- Работа с частью модели.

Самостоятельная работа по расчету пластинчатых моделей в APM Structure3D.

Расчеты комбинированных моделей в APM Structure3D

Создание комбинированных моделей конструкции

- Способы построения комбинированных моделей.
- Копирование и загрузка части модели.

- Соединение частей модели конструкции.
- Импорт и экспорт.
- Связь модулей APM Structure3D и APM Studio.

Инструменты для проведения расчетов и анализа полученных результатов

- Линейный статический расчет конструкции, состоящей из стержней и пластин.
- Линейный статический расчет конструкции, состоящей из стержней, пластин и объемных конечных элементов.
- Вывод результатов: вывод карт результатов по слоям и типам конечных элементов.

Дополнительные инструменты

- Дополнительный функционал для анализа и работы с результатами.
- Информация о модели.
- Настройки программы.

Самостоятельная работа по расчету комбинированных моделей в APM Structure3D.

ЭТАП 4

Инструменты для проведения расчетов и анализа устойчивости

- Общие понятия об устойчивости.
- Подготовка и расчет моделей конструкций на устойчивость.
- Параметры расчета и вывод результатов.

Самостоятельная работа по расчету устойчивости конструкций.

Инструменты для проведения расчетов и анализа собственных частот

- Общие понятия о собственных частотах и формах колебаний.
- Подготовка и расчет моделей конструкций на собственные частоты и формы.
- Параметры расчета и вывод результатов.

Самостоятельная работа по расчету собственных частот конструкций.

Основные инструменты для проведения расчетов и анализа усталостной прочности при детерминированном характере внешнего нагружения

- Общие понятия об усталостной прочности.
- Задание параметров усталостного расчета.
- Проведение расчетов и вывод результатов.

Самостоятельная работа по расчету усталостной прочности.

Расчет соединений элементов деталей машин в модуле APM Joint

- Назначение и основные возможности APM Joint.
- Расчет группового болтового соединения.
- Расчет таврового сварного соединения односторонним швом.
- Связь модулей APM Joint и APM Structure3D.

Самостоятельная работа по расчету болтовых и сварных соединений.

Ответы на вопросы