

---

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

## **APM WinMachine**

**Тариф «Базовый»**  
(онлайн)

**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 – 5 рабочих дней:**

- 20 часов аудиторных (онлайн) занятий;
- 12 часов самостоятельной работы (не входят в основное время занятий);

**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.
- Границные 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.*

### ЭТАП 2

#### 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.*

#### 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.

## ЭТАП 3

### 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 загружений.

#### *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 4

### 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 5**

#### **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**