

**Федеральное агентство по образованию**  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ И ПИЩЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**



Кафедра деталей машин и основ

инженерного проектирования

# **СОЗДАНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ В РЕДАКТОРЕ АРМ GRAPH**

Практический учебный курс  
АРМ WinMachine  
для студентов всех специальностей  
всех форм обучения

Санкт-Петербург  
2008

УДК 621.81

**Молодова Ю.И.** Создание параметрической модели в редакторе APM Graph: Практический учебный курс APM WinMachine для студентов всех спец. всех форм обучения. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2008. – 14 с.

Рассмотрено создание параметрических моделей в редакторе APM Graph.

Рецензент

Доктор техн. наук, проф. В.А. Арет

Рекомендован к изданию редакционно-издательским советом университета

© Санкт-Петербургский государственный  
университет низкотемпературных  
и пищевых технологий, 2008

## ВВЕДЕНИЕ

Системой автоматизированного проектирования (САПР) называют совокупность средств и методов для осуществления автоматизированного проектирования. Под автоматизированным проектированием понимают проектирование с помощью ПК, включающее поиск оптимального решения с выдачей результатов в графическом виде. Такое проектирование ведется в диалоговом режиме «Пользователь–ПК».

Необходимость автоматизации проектирования обусловлена требованием сокращения времени разработки новых конструкций за счет повышения производительности конструкторских работ, так как сложность проектируемых изделий удваивается в течение каждого десятилетия.

САПР АРМ WinMachine позволяет получить, например, рабочий чертеж зубчатого цилиндрического колеса, рабочий чертеж вала, компоновочную схему и рабочий чертеж двухступенчатого цилиндрического редуктора и др.

Курсовой проект по курсу «Детали машин» является первой самостоятельной расчетно-конструкторской работой студента, в ходе которой приобретаются и развиваются навыки выполнения расчетов и чертежей, использования справочной литературы и ГОСТов, оформления технической документации.

Успешно выполнив курсовой проект, студент приобретает начальные конструкторские навыки и известную самостоятельность в решении простейших технических задач.

Настоящие методические указания имеют одной из целей оказание помощи студентам в работе над курсовым проектом.

# СОЗДАНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ В РЕДАКТОРЕ APM Graph

## Общий порядок создания модели

1. Составление плана построения модели.
2. Ввод переменных.
3. Графическое задание последовательности команд, ведущих к построению модели, и их параметризация.
4. Проверка корректности работы построенной модели.
5. Задание базовой точки модели.

## Задача

Создать параметрическую модель полосы с отверстиями.

Модель полосы должна содержать  $n$  отверстий диаметра  $d$ , равномерно расположенных по длине полосы; длина  $l$  и ширина полосы  $b$  зависят от количества отверстий и их диаметра.

Число отверстий  $n$  и их диаметр  $d$  являются независимыми переменными, а длина  $l$  и ширина полосы  $b$  – зависимыми.

## Решение

При создании параметрической модели рекомендуется придерживаться определенных правил и последовательности действий, для того чтобы достигнуть желаемого результата с наименьшей затратой усилий. Рассмотрим эти правила с краткими пояснениями.

*Создание конкретной модели.* Все команды, которые использовались при создании модели, документируются, следовательно, если какой-либо объект был создан ошибочно и затем удален, то все относящиеся к этому процессу команды, тем не менее, войдут в список. Очевидно, что модель в этом случае получится явно неоптимальной.

*В качестве начальной точки используют точку с координатами  $(0, 0)$ .* При таком выборе начальной точки выражения, описывающие те или иные параметры объектов, получаются более компактными.

*Каждую команду сразу же после ее выполнения параметризуют.* Сразу после того, как был создан какой-либо объект параметрической модели, нужно, не создавая другой объект, поставить в соответствии с его параметрами выражение, состоящее из переменных. При этом появляется возможность визуально убедиться в том, что объект создан корректно, поскольку если при его создании была допущена ошибка, то это сразу же станет заметно.

Если же создать сразу несколько объектов, а потом приступить к процедуре их параметризации, то найти ошибку будет значительно сложнее, так как придется отслеживать все выполненные шаги.

Исключение из этого правила может быть сделано при последовательном построении цепочки объектов, например, отрезков, у которых начало каждого последующего отрезка совпадает с концом предыдущего. В этом случае дополнительную привязку к контрольным точкам введенного отрезка выполнять не нужно.

### **План построения модели**

1. Указываем начальную точку – центр первой (левой) окружности и создаем окружность с центром в начальной точке.
2. Проводим вертикальную осевую линию отверстия.
3. С помощью четырех отрезков создаем внешний замкнутый прямоугольный контур полосы начиная с левого верхнего угла.
4. Проводим общую осевую линию симметрии полосы.
5. Создаем прямоугольный массив, состоящий из отверстий.

### **Ввод переменных**

Для перехода в режим создания параметрической модели выбираем в меню **Файл** пункт **Создать модель**.

Вначале вводятся независимые, а затем зависимые переменные. Делается это следующим образом: прежде всего нажимаем на панели инструментов **«Параметризация»** кнопку **«Вызов диалогового окна задания переменных»**.

После нажатия кнопки **«Добавить»** откроется новое диалоговое окно **«Переменная»**. В поля ввода этого диалога записываем характеристики задаваемой переменной:

– в поле ввода «**Переменная:**» записываем имя переменной, которое должно начинаться с буквы латинского алфавита и может содержать цифры;

– в поле ввода «**Выражение:**» следует записать математическое выражение, которое будет использоваться для вычисления этой переменной. Для независимой переменной это поле ввода остается пустым;

– в поле ввода «**Значение:**» задается числовое значение, которое принимает эта переменная. Это поле обязательно к заполнению для любой переменной;

– в поле ввода «**Комментарий:**» при необходимости записываются комментарии к данной переменной.

Ввод переменных заканчивается нажатием кнопки «ОК».

## **Графическое задание последовательности команд, ведущих к построению модели, и их параметризация**

На этом этапе реализуется намеченный выше порядок построения модели:

**I. Создание окружности и ее параметризация.** Нажимаем кнопку «**По центру и радиусу**» на панели инструментов «**Рисование**» (меню **Рисовать/Окружность/Центр и радиус**) и создаем окружность произвольного радиуса в произвольном месте поля чертежа. Затем нажимаем на панели инструментов «**Параметризация**» кнопку «**Вызов диалогового окна параметрических команд**» (меню **Параметризация/Команды...**), вызывая тем самым диалоговое окно «**Список параметрических команд**».

В верхней части этого диалога находится список параметрических команд, выполненных пользователем к текущему моменту.

В центральной и нижней частях окна находятся группы параметров *Центральная точка № 1* и *Точка окружности*. Рассмотрим их более подробно:

1) при построении окружности по центру и радиусу, как в рассматриваемом случае, первым шагом является определение координат точки центра окружности. С этой целью в группе параметров *Центральная точка № 1* задаем положение центра окружности, установив переключатель в положение *Значения*. В столбцах

таблицы этой группы записаны текущие координаты начальной точки центра окружности;

2) если необходимо отредактировать какой-либо параметр, нужно вначале выбрать соответствующую строку однократным щелчком левой кнопки мыши, а затем сделать на ней двойной щелчок левой кнопкой мыши (или нажать клавишу **Enter** или **Пробел** на клавиатуре) и записать нужные значения в поля ввода открывшегося диалогового окна с названием этого параметра (см. рисунок).



Диалоговое окно

В случае, если требуется вычислить рассматриваемый параметр, необходимо ввести в поле ввода «**Выражение:**» его аналитическое выражение. Если же параметр имеет постоянное значение (как в нашем случае), это значение нужно записать в поле ввода «**Значение:**», оставив поле ввода «**Выражение:**» пустым.

Поле ввода «**Переменная:**» используется для задания дополнительной переменной, которая будет описываться аналитическим выражением, введенным в поле ввода «**Выражение:**». По умолчанию поле ввода «**Переменная:**» неактивно.

Поле ввода «**Комментарий:**» соответствует аналогичному полю ввода в окне «**Переменная:**» и может либо заполняться, либо оставаться пустым.

В рассматриваемом случае в качестве начальной принята точка с координатами  $(0, 0)$ , следовательно, текущее значение координаты центра окружности  $X$  нужно изменить на нулевое. Аналогично приравняем к нулю и координату  $Y$ .

Переходим к определению значения радиуса окружности. Сделать это можно с помощью группы параметров *Точка окруж-*

ности. В этой группе параметров есть три вкладки, позволяющие тремя разными способами определить радиус окружности:

- с помощью вкладки **«Точка»** можно задать координаты одной из точек окружности аналогично заданию координат центральной точки окружности;

- на вкладке **«Радиус»** можно задать значение радиуса окружности;

- на вкладке **«Диаметр»** можно задать значение диаметра окружности.

В рассматриваемом случае, поскольку в качестве переменной выступает значение диаметра окружности  $d$ , удобнее воспользоваться вкладкой **«Диаметр»**. При этом аналитическое выражение для вычисления параметра будет наиболее простым. Перейдя в эту вкладку, записываем в поле ввода **«Выражение:»** открывшегося диалогового окна **«Диаметр»** значение параметра  $d$ , оставляя в поле ввода **«Значение:»** то число, которое там уже имеется.

На этом параметризация создаваемой окружности заканчивается, и после нажатия кнопки **«ОК»** в диалоговом окне **«Список параметрических команд»** эта окружность должна отобразиться в со-ответствии с введенными параметрами. Если при проведении процедуры параметризации была допущена ошибка, то она станет заметна при отрисовке.

**II. Вертикальная осевая линия созданной окружности** – это отрисованный вертикальный отрезок линией типа *Осевая* который проходит через центр окружности и выступает за ее контур сверху и снизу на 3 мм. Выбираем режим задания отрезка, нажимая кнопку **«Через 2 точки»** на панели инструментов **«Рисование»** (меню **Рисовать/Отрезок/Через 2 точки**), и строим отрезок сверху вниз таким образом, чтобы он был близок к требуемому, а затем приступаем к параметризации этого отрезка.

В диалоговом окне **«Список параметрических команд»** выбираем из списка параметрических команд **«Рисование отрезка через две точки»**. Объект чертежа, к которому относится данная команда, выделится малиновым цветом. Это можно увидеть, если диалоговое окно **«Список параметрических команд»** несколько сдвинуть в сторону.

Параметризация введенного отрезка включает в себя:

– изменение типа линии отрезка. Для этого нужно нажать в поле окна кнопку «**Атрибуты**» и выбрать тип линии *Осевая*. При необходимости можно выбрать другой слой;

– задание координат *Контрольной точки № 2* (верхняя точка) отрезка. Координаты этой точки, а именно  $X = 0$ ,  $Y = d / 2 + 3$ , задаются относительно начальной точки  $(0, 0)$ , являющейся центром окружности. Аналитическое выражение ( $Y$ ) вводим в поле ввода «**Выражение:**», а числовое значение ( $X$ ) – в поле ввода «**Значение:**»;

– задание положения второй *Контрольной точки № 3* (нижней) отрезка. Координаты этой точки удобнее вводить на вкладке «*Длина и угол*». Длина равна  $L = d + 6$ , а угол  $A = 270^\circ$ .

Нажав кнопку «**ОК**» диалогового окна «**Список параметрических команд**», убеждаемся, что все сделано верно: вертикальная осевая линия окружности должна изобразиться в поле чертежа без ошибок.

**III. Создание внешнего замкнутого прямоугольного контура полосы** начинаем с построения левого верхнего угла полосы:

– создаем верхний горизонтальный отрезок, определяющий длину полосы. Его, как и отрезок вертикальной осевой линии, нужно строить по двум точкам. Первая (левая) точка имеет координаты  $X = -3d / 2$ ;  $Y = d$ . Вторую точку отрезка задаем на вкладке «*Длина и угол*». Длина равна  $L = 1$ , а угол  $A = 0^\circ$ ;

– затем рядом произвольно строим правый вертикальный отрезок. Он должен присоединяться к концу предыдущего отрезка. Поэтому начальную точку этого отрезка задаем не координатами, а указанием контрольной точки, к которой он будет присоединен. Для этого ставим переключатель в положение *Присоединить к точке* и, нажав стрелку выпадающего списка, выбираем нужную контрольную точку объектов и их расположение на чертеже. Присоединяем начальную точку создаваемого отрезка к контрольной точке № 5.

Положение второй точки отрезка задаем по длине и углу. Длина будет равна  $L = b$ , а угол  $A = 270^\circ$ ;

– два последующих отрезка, замыкающих внешний контур полосы, создаем в один прием, используя привязку к уже имеющимся контрольным точкам других отрезков;

– для параметризации нижнего горизонтального отрезка достаточно задать только его длину ( $L = 1$ ) и угол ( $A = 180^\circ$ ), а последний левый отрезок уже будет привязан к двум точкам, поэтому в его параметризации нет необходимости.

После этих построений на экране монитора должен появиться прямоугольный контур полосы с одним (левым) отверстием.

**IV. Построение общей горизонтальной линии симметрии полосы.** Эта линия должна быть штрихпунктирной и выступать за пределы контура полосы слева и справа на 5 мм.

Создаем такую осевую линию по аналогии с вертикальной осевой линией окружности. Первая (левая) точка имеет координаты  $X = 3d / 2 - 5$ ;  $Y = 0$ ; длина отрезка равна  $L = 1 + 10$ , а угол  $A = 0^\circ$ .

Затем нажимаем в поле окна кнопку «Атрибуты» и выбираем тип линии *Осевая*. При необходимости можно выбрать другой слой.

**V. Создание прямоугольного массива, состоящего из одной строки и  $n$  столбцов.** При создании любого массива необходимо ввести конкретное число его строк и столбцов. В рассматриваемом примере массив имеет одну строку, а количество столбцов равно числу отверстий. Пусть полоса содержит три отверстия, тогда массив будет состоять из трех столбцов. Объектами массива, т. е. примитивами, из которых и создаются элементы массива, являются *окружность* и *вертикальная осевая линия*. Базовая точка перемещения – центр окружности с координатами  $(0, 0)$ .

Итак, производим операцию создания прямоугольного массива и приступаем к ее параметризации. При параметризации этой команды имеются некоторые особенности.

С помощью элементов группы параметров *Объекты* диалогового окна «Список параметрических команд» нужно уточнить, из каких именно объектов будет формироваться массив. В списке *Доступные объекты* указываются те объекты модели, которые доступны для создания массива, а в список *Объекты для массива* помещаются те объекты, из которых этот массив формируется.

С помощью кнопок «Добавить объект(ы)» и «Убрать объект(ы)» можно либо добавлять объекты в создаваемый массив, либо удалять их из массива.

Для ввода числа строк и столбцов нажимаем кнопку **«Параметры массива»** и в поля ввода открывшегося одноименного диалогового окна вводим число строк и столбцов массива.

В полях группы параметров *Первая точка перемещения* указываются параметры базовой точки перемещения. Можно задать или координаты базовой точки – переключатель находится в положении *Значения*, или выбрать привязку к одной из контрольных точек – переключатель в положении *Брать координаты*.

В полях группы *Параметры массива* нужно указать вторую точку смещения. Сделать это можно, задав ее координаты или длину и угол отрезка (можно также задать смещение по осям координат). В рассматриваемой задаче задаем *смещение* по оси *X*, равное  $2d$ , оставив смещение по *Y* равным нулю.

После выполнения этой команды получаем корректно созданную параметрическую модель.

## **Проверка корректности работы построенной модели**

Для проверки корректности работы построенной модели нужно открыть список всех ее переменных и изменить их (в разумных пределах), проверяя, как созданная параметрическая модель отрабатывает эти изменения. Если при создании модели была допущена ошибка, то ее легко заметить и исправить, вернувшись к списку параметрических команд.

## **Выбор базовой точки модели**

Положение базовой точки определяет удобство последующего встраивания созданной параметрической модели в чертеж, поэтому важно корректно задать эту точку. Если положение базовой точки не задавать, то по умолчанию ее координаты будут равны  $(0, 0)$ , что не всегда удобно.

Для задания положения базовой точки следует нажать на панели инструментов **«Параметризация»** кнопку **«Задание базовой точки параметрической модели»** (меню **Параметризация/Базовая точка...**), после чего откроется диалоговое окно **«Базовая точка»**.

Положение базовой точки задается значением ее координат, в том числе и аналитическим выражением (переключатель стоит в положении *Значения*), или положением какой-либо контрольной точки модели. В последнем случае переключатель устанавливается в положение *Присоединить к точке*.

На этом процесс создания параметрической модели завершен. Модель следует сохранить, после этого она может быть встроена в чертеж с помощью функции «**Вставка блока**».

### **Практическое задание**

Создать параметрическую модель фланца, размеры которого указаны на выданном Вам задании, с учетом следующих особенностей:

1. Наружный и внутренний диаметры фланца являются независимыми переменными.
2. Центры малых окружностей (отверстий) находятся на вспомогательной окружности, которая расположена строго посередине между наружной и внутренней окружностями.
3. Количество и диаметр отверстий также являются переменными величинами.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
СОЗДАНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ В РЕДАКТОРЕ АРМ Graph.....	6
Общий порядок создания модели .....	6
Задача .....	6
Решение.....	6
План построения модели .....	7
Ввод переменных.....	7
Графическое задание последовательности команд, ведущих к построению модели, и их параметризация .....	8
Проверка корректности работы построенной модели.....	13
Выбор базовой точки модели .....	13
Практическое задание .....	14

Молодова Юлия Игоревна

**СОЗДАНИЕ  
ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ  
В РЕДАКТОРЕ АРМ GRAPH**

Практический учебный курс  
АРМ WinMachine  
для студентов всех специальностей  
всех форм обучения

*Редактор*

Р.А. Сафарова

*Корректор*

Н.И. Михайлова

*Компьютерная верстка*

Н.В. Гуральник

---

Подписано в печать 27.09.2008. Формат 60×84 1/16

Усл. печ. л. 0,93. Печ. л. 1,0. Уч.-изд. л. 0,75

Тираж 100 экз. Заказ № С 5

---

СПбГУНиПТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9  
ИИК СПбГУНиПТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9