

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени академика С.П. КОРОЛЕВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

А.В. КУЗНЕЦОВ, Л.А. ЧЕМПИНСКИЙ

**ФОРМИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ
2-D МОДЕЛЕЙ ДЕТАЛЕЙ
АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ
В СРЕДЕ ПРОГРАММЫ ADEM**

Учебное пособие

САМАРА
Издательство СГАУ
2010

УДК 681.3; 744(075)

Рецензент: к.т.н, доцент. Иващенко В.И.

Кузнецов А.В., Чемпинский Л.А

Формирование параметрических 2-D моделей деталей аэрокосмической техники в среде программ ADEM: учебное пособие / Кузнецов А.В., Чемпинский Л.А.
– Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та., 2010. – 28 с.: 23 ил.

ISBN

Рассмотрена принципиальная схема создания параметрических 2-D моделей в среде ADEM. Изложена концепция создания и использования параметрических моделей применительно к деталям аэрокосмической техники. Приведен практический пример использования программы ADEM для создания параметрической модели болта с шестигранной головкой.

Учебное пособие предназначены для студентов направления 16 01 00 и должны использоваться при выполнении лабораторной работы.

УДК 681.3; 744(075)

ISBN

© Самарский государственный
аэрокосмический университет, 2010

СОДЕРЖАНИЕ

1. Основные понятия параметрического черчения	4
2. Создание параметрической модели болта в среде ADEM.....	6

Цель работы – ознакомиться с теорией и обучиться практическим навыкам разработки параметрических моделей. Такой подход может использоваться, как для создания моделей типовых или стандартизованных деталей, которые в последствии могут использоваться для ускорения процесса проектирования, так и для упрощения работы с оригинальной моделью (при помощи эвристической параметризации).

1. Основные понятия параметрического черчения

Параметрическая модель - позволяет изменять геометрию чертежа или детали, путем изменения значения параметрического размера. Для создания параметрического размера необходимо с концами его размерной линии связать узлы (или группы узлов) 2D элементов, либо вершину (или группу вершин) 3D модели. При этом при изменении значения размера, будет изменяться длина его размерной линии, и соответственно, будут перемещаться связанные с её концами узлы и вершины. Возможность связи модели с таблицами Excel делает такую параметризацию удобной для использования при создании моделей типовых деталей.

Эвристическая параметризация – основана на топологии объектов, а также идеологии образмеривания. Она позволяет изменять любой чертеж без создания параметрической модели. Простота использования и возможность обойтись без длительного описания параметрической модели, делает этот вид параметризации удобными при проектировании.

1. Алгоритм построения параметрической модели следующий:
2. Создайте 2D модель;
3. Нанесите полную сеть размеров;
4. Укажите размерную линию, которую Вы хотите параметризовать;
5. Укажите группу узлов, которая будет перемещаться вместе с первым концом размерной линии (в процессе создания модели, он

выделяется на чертеже). Если данный конец необходимо сделать базовым (чтобы он не перемещался при изменении размера, не нужно выбирать никакие точки, а нажать клавишу Esc);

6. Укажите группу узлов, которая будет перемещаться вместе со вторым концом размерной линии, аналогично предыдущему пункту. Необходимо отметить, что один из концов обязательно должен быть связан с вершинами или узлами.

7. Выберите размерную надпись, с которой будет связан параметрический размер.

Алгоритм изменения (редактирования) размера полностью эквивалентен алгоритму создания.

Преимущества параметризации особенно четко видны при работе с типовыми деталями или объектами. Типовыми называются детали, имеющие одинаковую форму и отличающиеся размерами. Можно сказать, что эти детали имеют одну топологию. В качестве примера таких деталей, могут быть названы детали крепежа (болты, гайки, шайбы и т.д.), различного рода подшипники, детали трубопроводной арматуры и прочее. Эти изделия, как правило, стандартизованы. Стандартизация создает возможность взаимозаменяемости деталей. Это облегчает сборку и ремонт изделий. Кроме того, стандартные детали можно изготавливать на специализированных предприятиях, что понижает стоимость изделий. Широкое применение типовых и стандартных деталей в машиностроении привело к разработке соответствующих стандартов, определяющих правила их изображения (как правило, ряд условностей и упрощений).

2. Создание параметрической модели болта в среде ADEM

В качестве примера, рассмотрим параметрическую модель болта по ГОСТ 7805-70. Эскиз и основные размеры представлены на Рис. 1.



Рис. 1. Эскиз болта

Данному болту соответствует следующая таблица параметров (ограничимся диапазоном диаметров от 8 до 48 мм и крупным шагом резьбы):

Табл. 1. Параметры болтов

Резьба d	8	10	12	16	20	24	30	36	42	48
Размер под ключ S	13	16	18	24	30	36	46	55	65	75
Высота головки k	5,5	7	8	10	13	15	19	23	26	30
Диаметр описанной окружности e	14,4	17,8	20,0	26,8	33,5	40,0	51,3	61,7	72,6	83,9

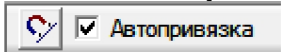
Длины приведены в таблице 2 (целесообразно ограничиться диапазоном от 40 до 80 мм):

Табл. 2. Длины болтов

1	Длина резьбы b и d (х – резьба по всей длине)									
	8	10	12	16	20	24	30	36	42	48
40	22	26	30	х	х	х	х	-	-	-
45	22	26	30	38	х	х	х	-	-	-
50	22	26	30	38	х	х	х	х	-	-
55	22	26	30	38	46	х	х	х	х	-
60	22	26	30	38	46	х	х	х	х	-
65	22	26	30	38	46	54	х	х	х	х
70	22	26	30	38	46	54	х	х	х	х
75	22	26	30	38	46	54	66	х	х	х
80	22	26	30	38	46	54	66	х	х	х

Создадим эскиз болта, для этого выполним следующие действия:

- Создайте новый пустой документ Adem. Внизу окна, на вкладке **Режимы построений** активируйте функцию **Автопривязка**



и начертите ось симметрии болта, используя примитив **Отрезок** , проходящую через абсолютный ноль.

Важно заметить, что на данном этапе можно не заниматься точными построениями, достаточно начертить схематично половину болта, воспользовавшись примитивом **Ломаная линия**



(в процессе построения можно удалить последнюю поставленную вершину клавишей **Backspace**, завершение построений клавишей **Esc**). При необходимости можно

воспользоваться командами **Вставка узла**  (при её использовании необходимо отметить два соседних узла, после чего добавить необходимое количество узлов, между ними), и

Удаление узла  (необходимо указать удаляемый узел). На вкладке **Линии и Штриховки** выберите тонкую линию и схематично изобразите резьбу. Результат построений представлен на Рис. 2.

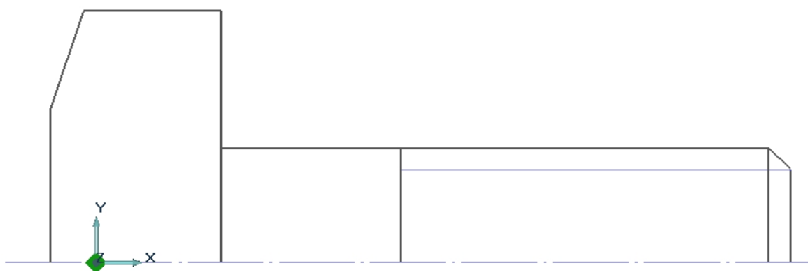


Рис. 2. Построение эскиза болта, этап 1

- Выберите все построенные элементы и зеркально отразите их относительно оси, воспользовавшись клавишей **Зеркальное отражение** . Постройте вспомогательные линии: подведите курсор к концу оси и нажмите клавишу **C**, курсор привяжется к узлу оси, нажмите клавишу **L** и введите угол 0. Будет построена горизонтальная вспомогательная линия. Привяжитесь к самой верхней точке головки болта, и постройте вторую горизонтальную линию. Постройте вертикальную линию справа от болта, нажав клавишу **L** и указав угол 90. Воспользуйтесь примитивом **Многоугольник с осями симметрии** , в открывшемся окне выберите **Число сторон** равное 6, **Тип** Вписанный. Постройте шестиугольник справа от изображения болта. Результат построений представлен на Рис. 3.

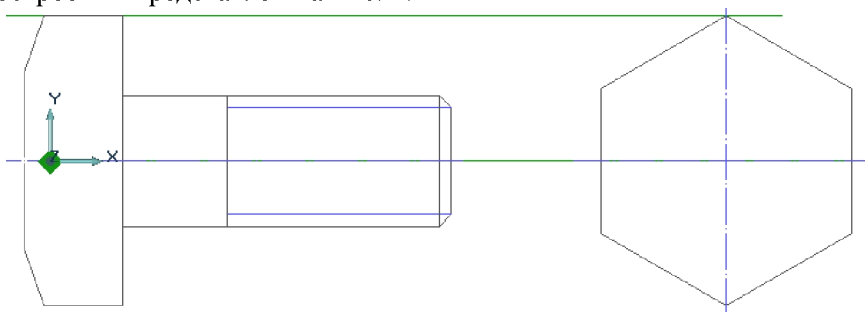


Рис. 3. Построение эскиза болта, этап 2

- На левом виде изобразите окружность, так, как показано на Рис. 4, после этого переместите ее в центр шестиугольника.

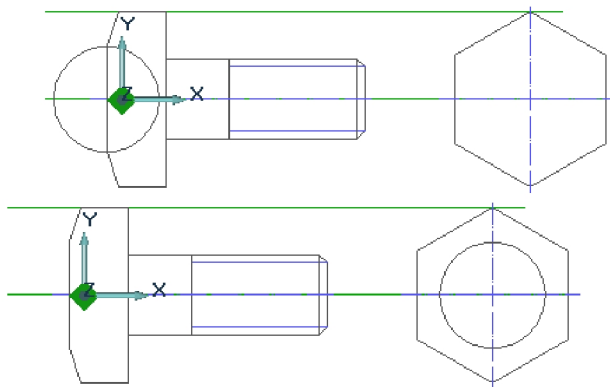


Рис. 4. Построение эскиза болта, этап 3

- Воспользуйтесь функцией **Сборка элемента**, расположенной под клавишей **Дополнительные функции** . Объедините две половины контура болта, линии границ резьбы и фаски. Отобразите все вершины, нажав клавишу **М** на клавиатуре. Удалите лишние узлы на оси симметрии, воспользовавшись клавишей **Удалить узлы** . Постройте вспомогательные горизонтальные линии, проходящие через вершины шестигранника, начертите ребра на головке болта. Воспользовавшись примитивом **Дуга по трем точкам** , постройте ребра на головке болта. Результат построений показан на Рис. 5.

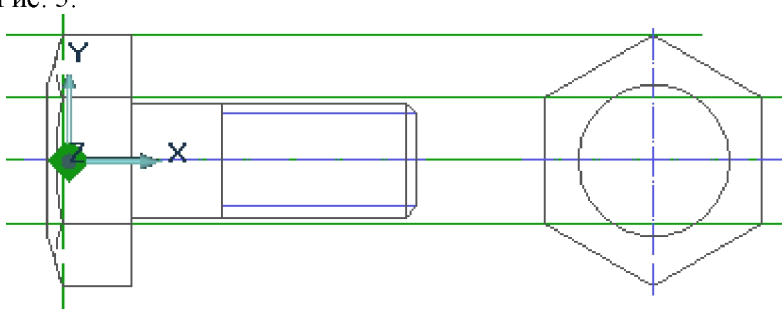


Рис. 5. Построение эскиза болта, этап 4

- Перейдите к созданию цепочки параметрических размеров. Удалите все вспомогательные линии. Поставьте угловой размер на фаске головки болта, когда откроется окно редактирования

размера, введите в значении число 30. В меню **Параметризация** выберите пункт **Эвристический метод (Все)**. Результат представлен на Рис. 6.

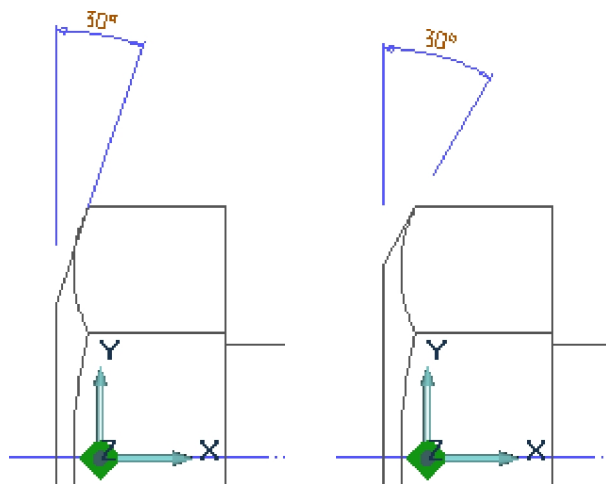


Рис. 6. Использование эвристической параметризации

В этом плюс эвристической параметризации, можно без дополнительных построений изменять геометрию только необходимой части эскиза. Однако с этим методом нужно работать очень аккуратно, она не всегда работает адекватно. Поэтому для создания каталожного файла воспользуемся другим методом, более долгим, но более надежным.

- Удалите созданный ранее угловой размер, используйте только линейные и диаметральные, так как их поведение прогнозировать гораздо проще. Редактируйте на виде слева контур фаски, используя функцию **Корректировка** , так, чтобы он соответствовал новому главному виду, и постройте цепочку размеров, такую, как показано на Рис. 7.

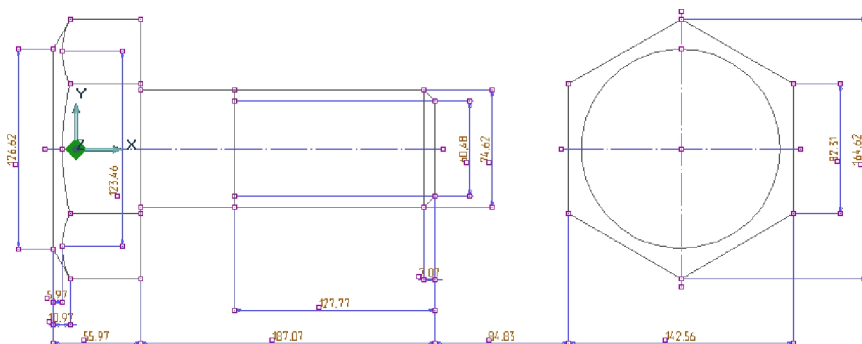


Рис. 7. Цепочка размеров для параметризации

- При применении параметрической модели, величины размеров изменяются последовательно. Поэтому при их создании, необходимо не только правильно выбирать вершины, но и учитывать порядок, в котором размеры будут изменяться. Включите режим отображения узлов, нажав клавишу M.
- При создании каталожной модели важно помнить, что при работе с ней, выбор нужного варианта будет осуществляться по таблице, и желательно, чтобы в первых столбцах таблицы содержалась наиболее важная и полезная информация. В нашем случае этими параметрами будут: диаметр резьбы, длина болта, длина нарезанной части. Следовательно, первый параметр, должен быть диаметром резьбы. Выберите меню **Параметризация**, пункт **Создание/изменение плоской ПРМ**. Выберите размер, отвечающий за диаметр резьбы болта, система выделит первый конец размерной линии, выделите точки, как показано на рисунке 8, нажмите Enter, система выделит второй конец размерной линии, выделите все точки, как показано на Рис. 8, на вопрос **Это размер?** ответьте Y. Создание параметрического размера завершено, у размера появился значок pr1. В данном случае, при изменении размера, верхний и нижний конец будет равномерно перемещаться относительно центра размерной линии, следовательно, ось вращения болта сохранит свое положение. Проверить действие можно, выбрав пункт **Изменение размеров ПРМ**, в меню **Параметризация**.

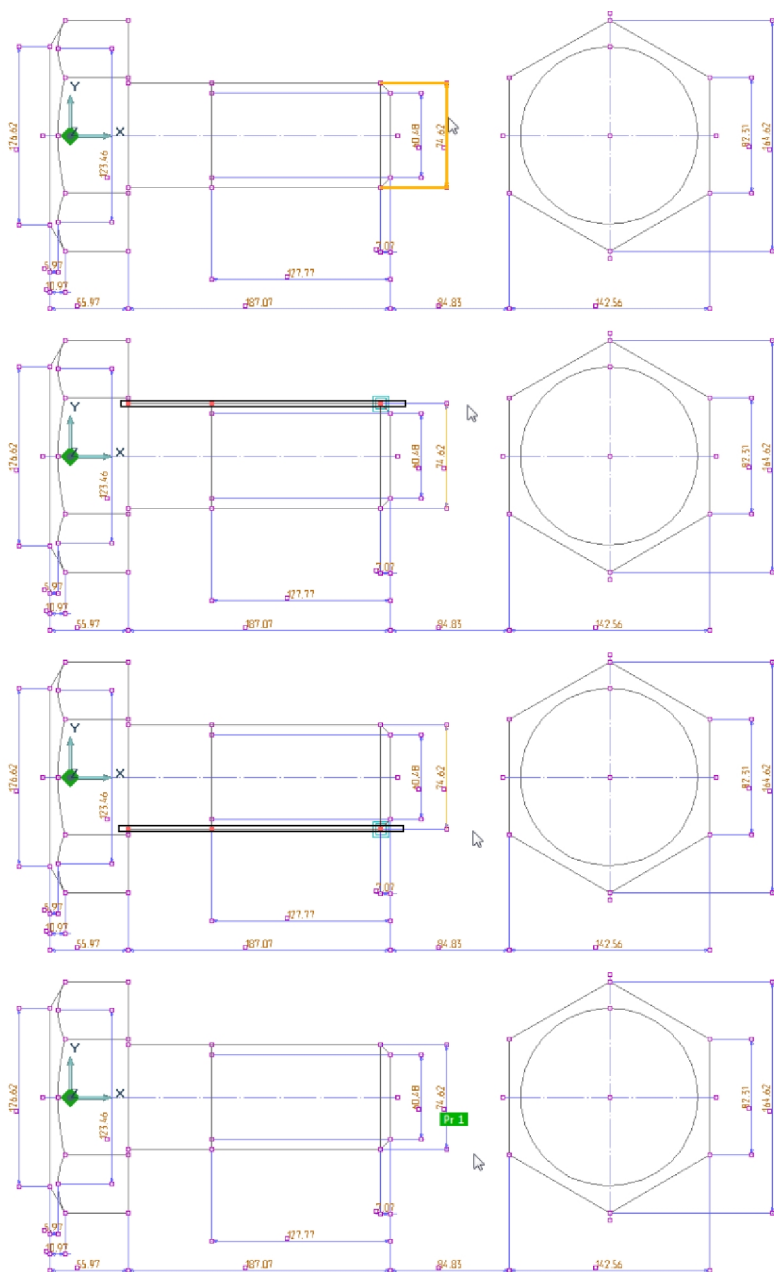


Рис. 8. Создание ПРМ 1

- Вторым будет изменяться размер, отвечающий за длину болта. Правый конец размерной линии оставляем пустым (когда система высветит его, нажимаем Enter), левому концу выделяем узлы, как показано на Рис. 9. При изменении значения размера, правый конец будет надежно зафиксирован, а левый будет изменять свое положение, вместе с привязанными к нему узлами.

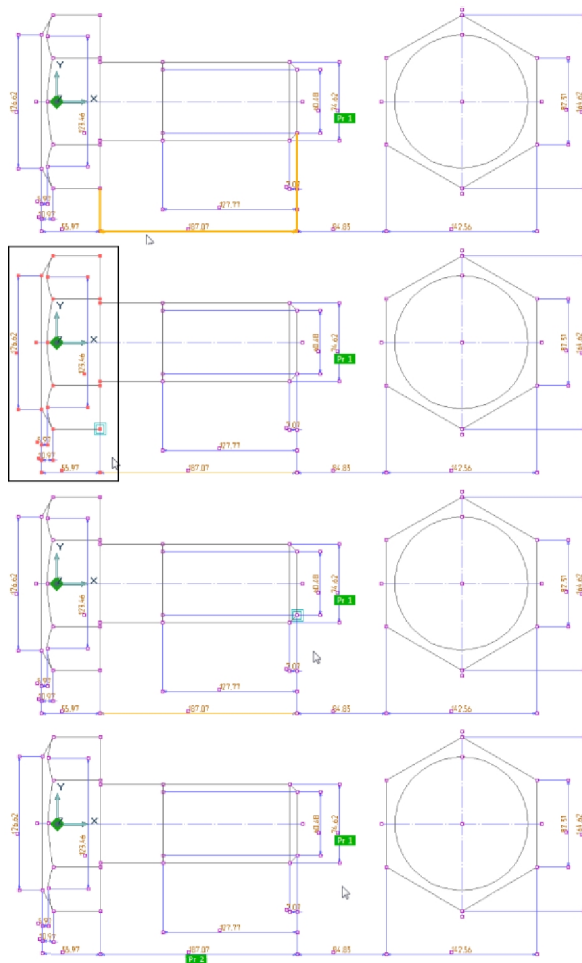


Рис. 9. Создание ПРМ 2

- Третьим будет изменяться размер, отвечающий за длину нарезанной части. С ним поступаем аналогично ПРМ 2, схема выбора вершин отображена на Рис. 10.

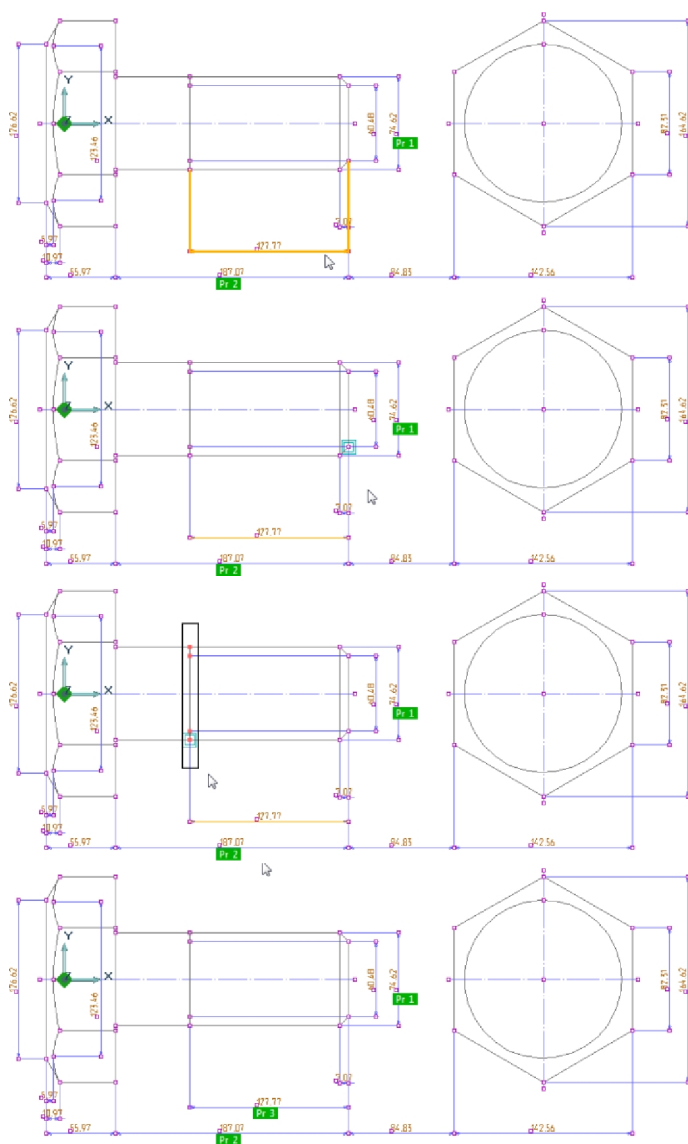


Рис. 10. Создание ПРМ 3

- Четвертым будет прорисовываться фаска на конце болта. Схема определение размера представлена на Рис. 11.

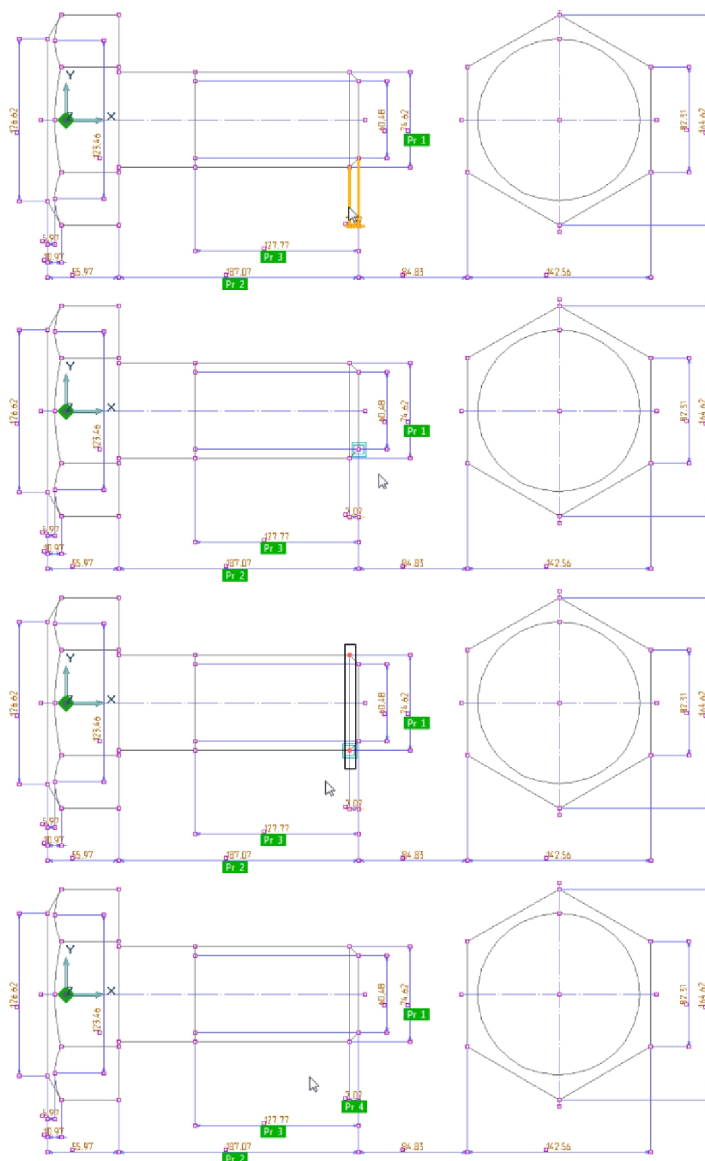


Рис. 11. Создание ПРМ 4

- Пятым будет меняться условное отображение резьбы. Схема определения размера представлена на Рис. 12.

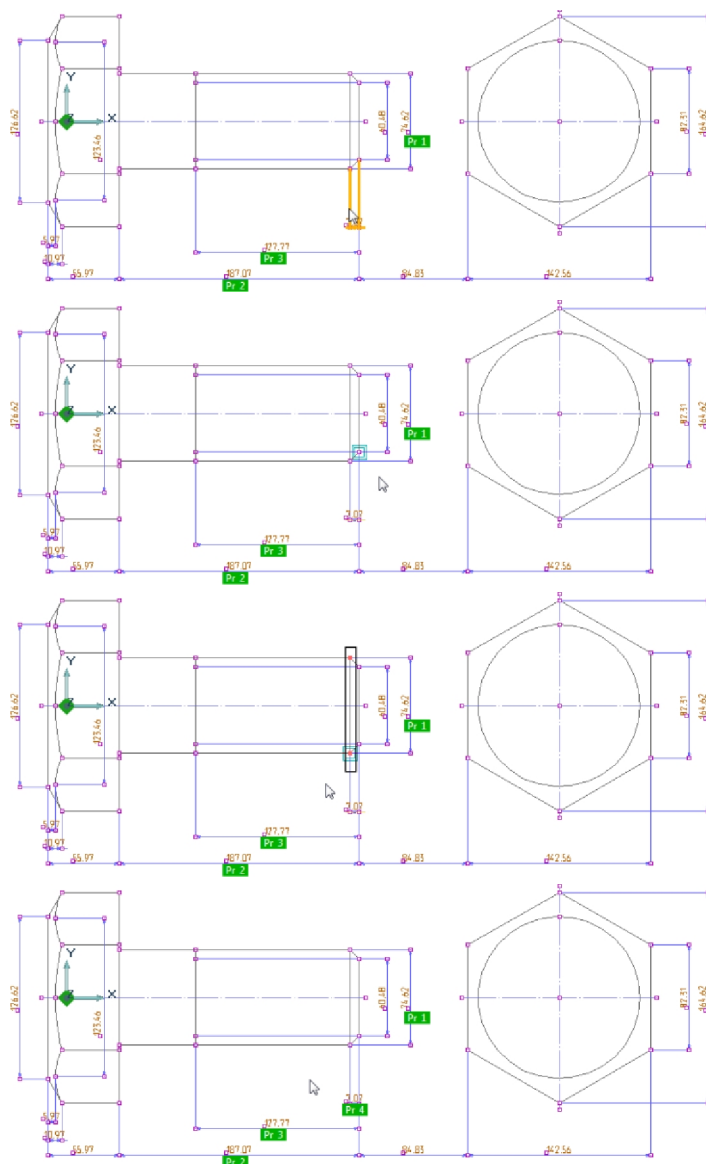


Рис. 12. Создание ПРМ 5

- Шестым будет меняться размер, отвечающий за высоту головки болта. Схема назначения узлов показана на Рис. 13.

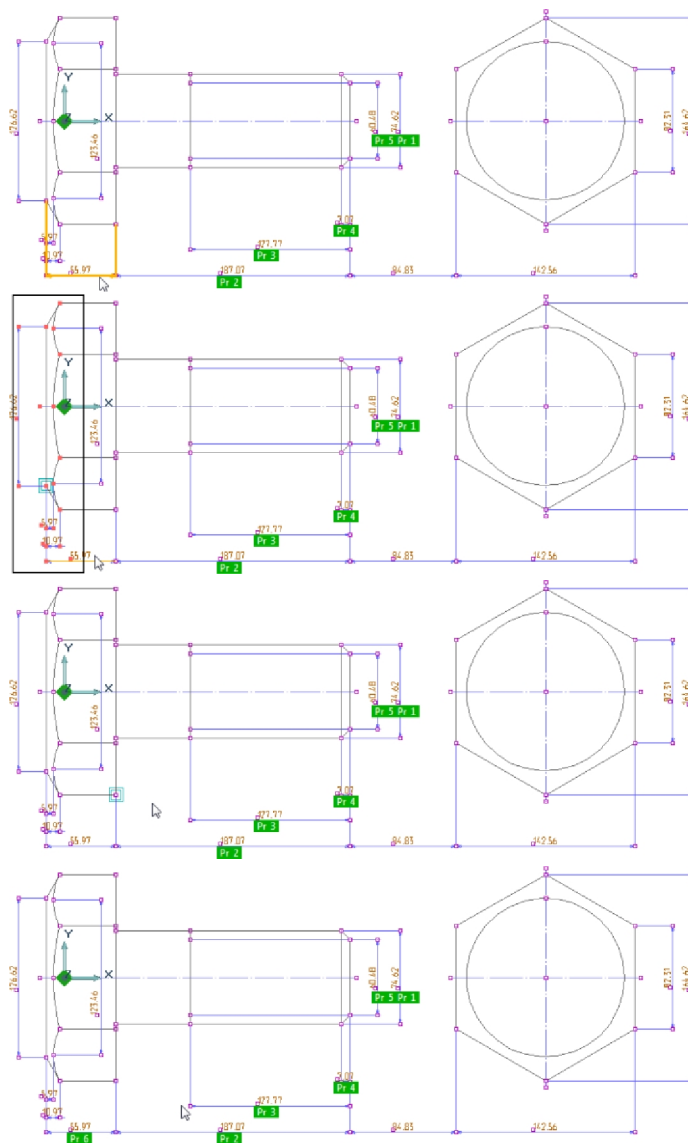


Рисунок 13. Создание ПРМ 6

- Далее будет меняться размер, отвечающий за фаску на головке болта. Схема назначения узлов представлена на Рис. 14.

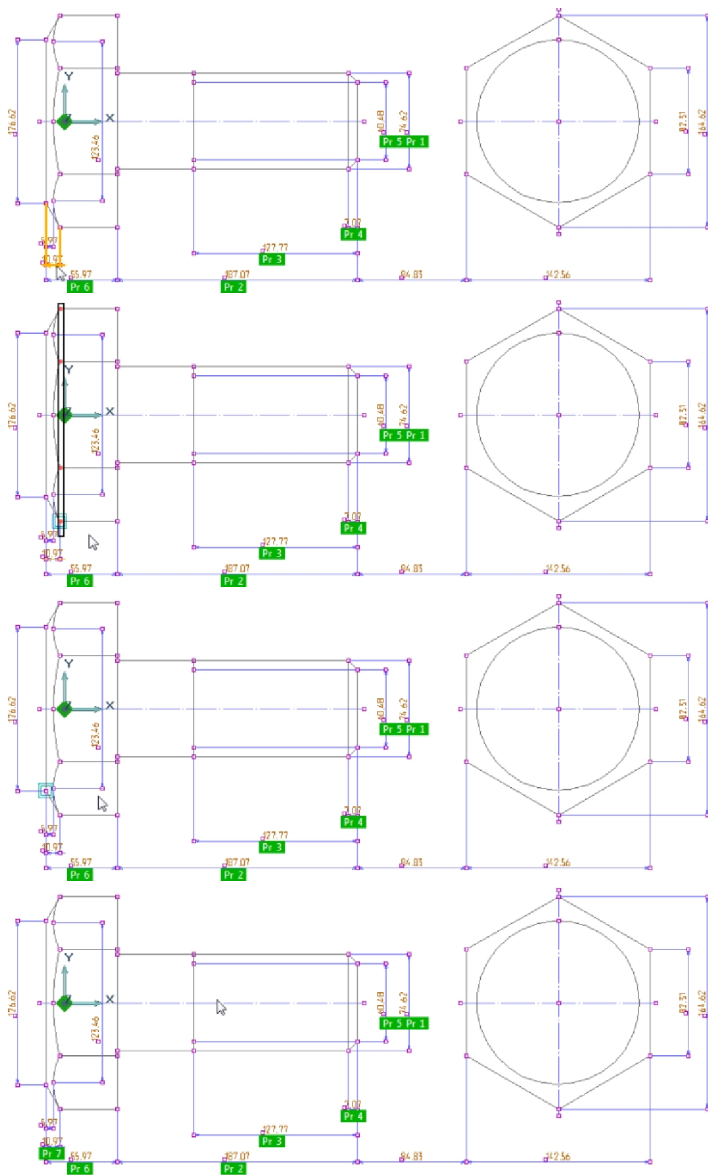


Рисунок 14. Создание ПРМ 7

- Восьмым будет меняться размер, определяющий положение средних точек дуг на головке болта. Схема назначения узлов показана на Рис. 15.

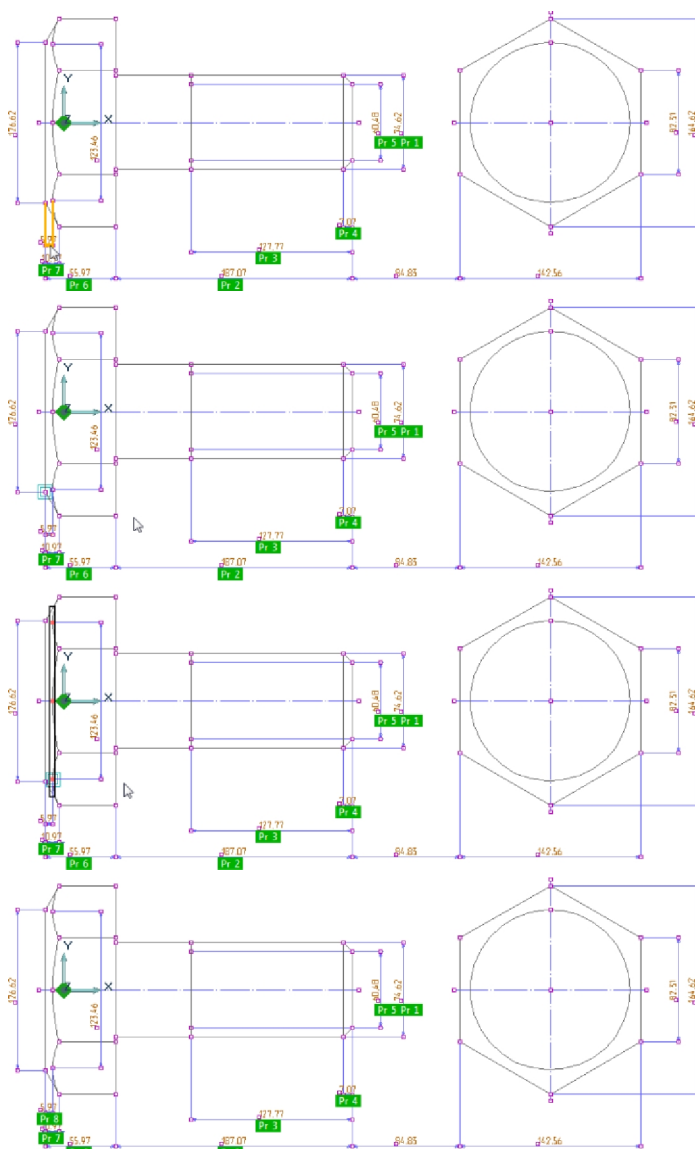


Рис. 15. Создание ПРМ 8

- Девятым будет меняться размер, определяющий положение средних точек дуг на головке болта в поперечном направлении. Схема назначения узлов показана на Рис. 16.

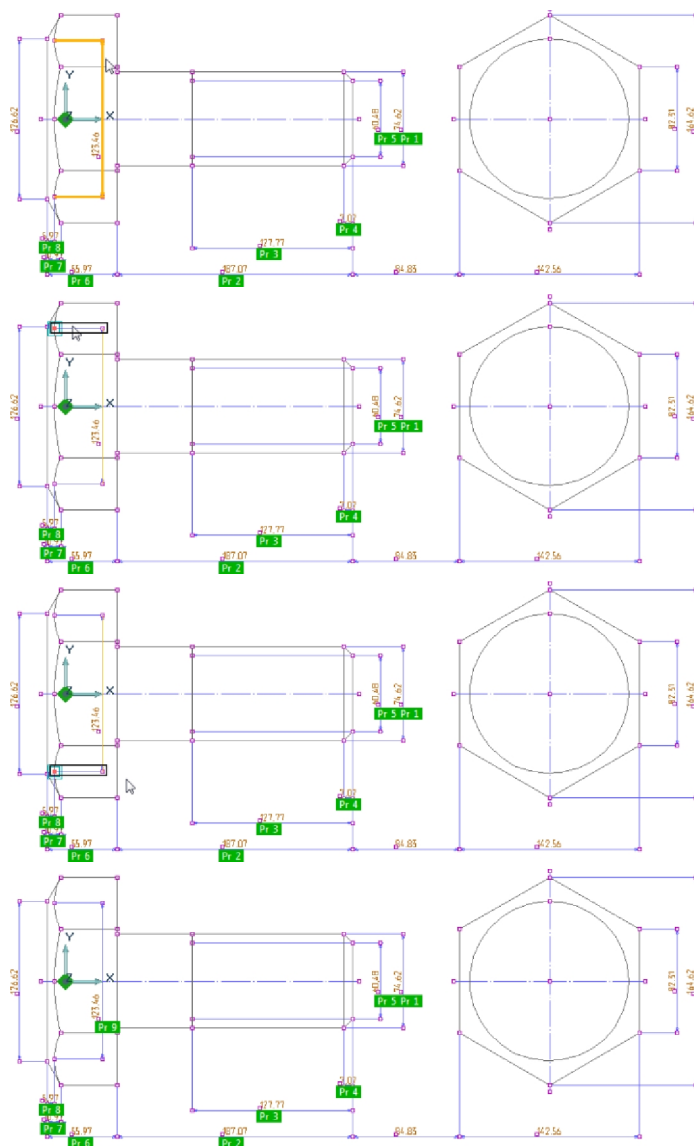


Рис. 16. Создание ПРМ 9

- Десятым будет изменяться размер, отвечающий за отображение фаски на головке болта. Схема назначения узлов показана на Рис. 17.

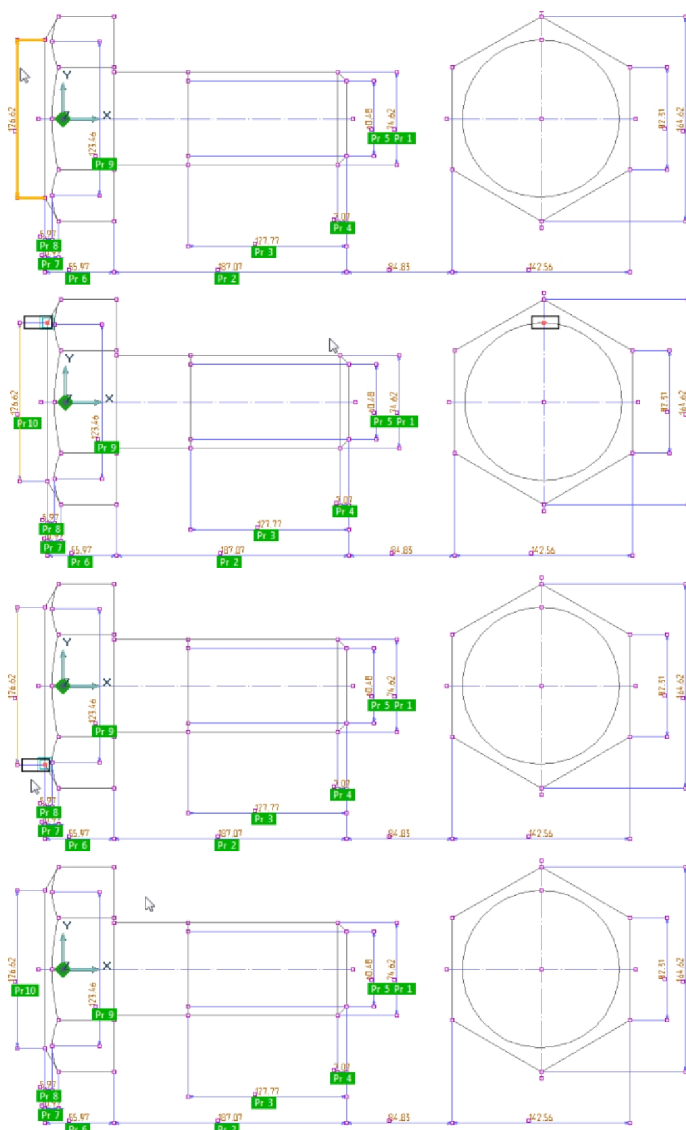


Рис. 17. Создание ПРМ 10

- Двенадцатым будет изменяться размер, отвечающий за ребра граней. Схема задания узлов представлена на Рис. 19.

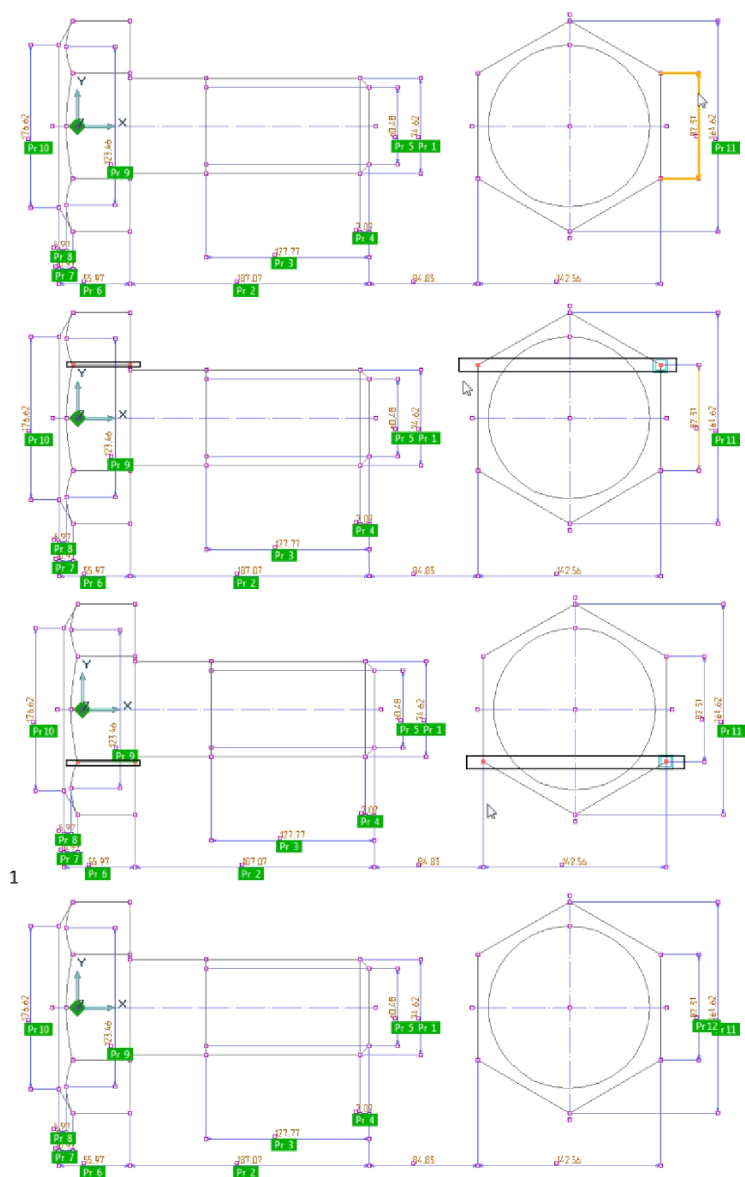


Рис. 19. Создание ПРМ 12

- Тринадцатым будет изменяться размер под ключ. Схема назначения узлов приведена на Рис. 20.

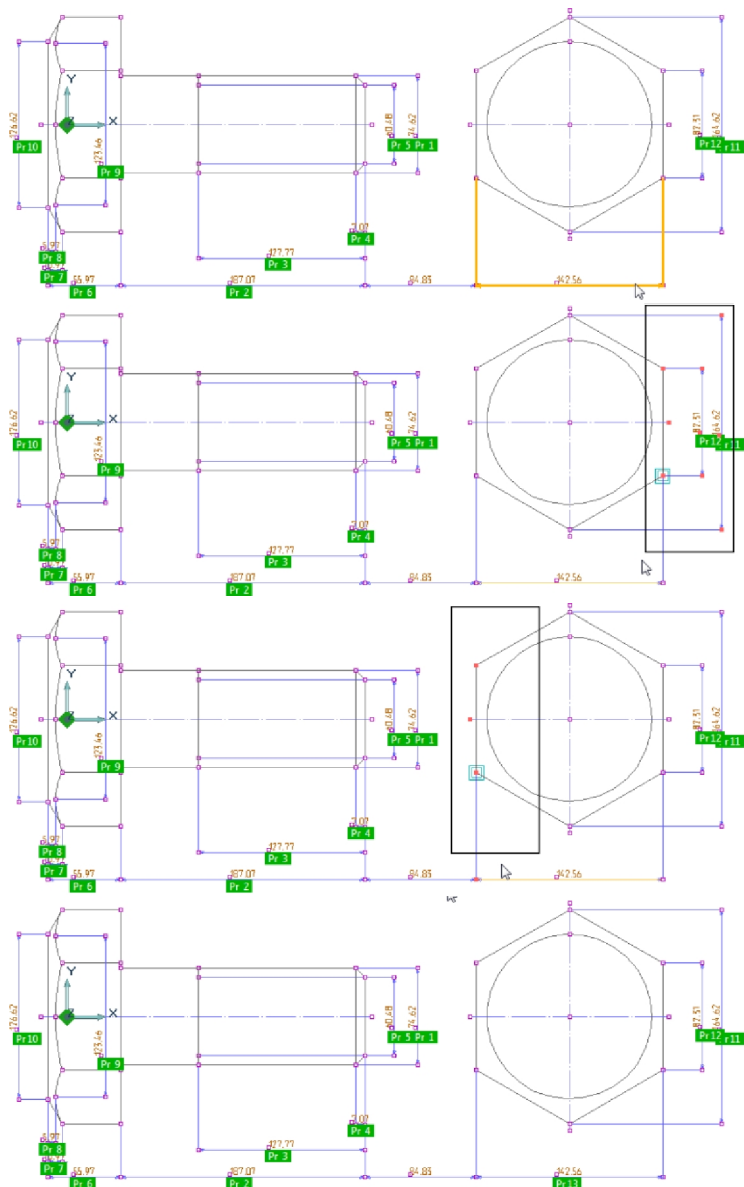


Рис. 20. Создание ПРМ 13

- Четырнадцатым будет изменяться размер, определяющий расстояние между видами. Схема назначения узлов представлена на Рис. 21.

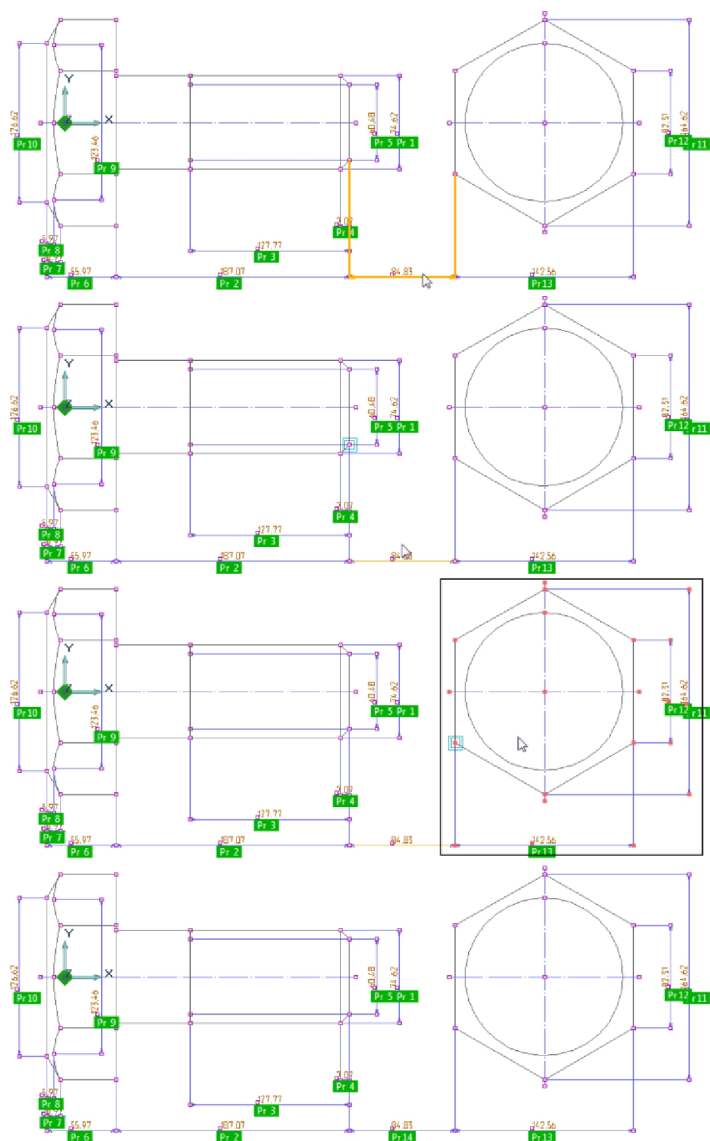


Рис. 21. Создание ПРМ 14

- Формирование сетки параметрических размеров завершено. Теперь необходимо подготовить таблицу, в которая будет являться источником данных для этой модели. Воспользуйтесь программой MS Excel для формирования базы размеров.
- На первом листе книги начните вводить данные. Каждая строка таблицы отображает свой набор параметров для построения модели, каждый столбец – параметр для конкретного параметрического размера (по номеру, например, в столбце А хранятся значения для размера $rg1$, в столбце В – для размера $rg2$ и т.д.). Поэтому, для начала занесите данные по следующей схеме:
 - Столбец А - Диаметр резьбы d ;
 - Столбец В - Длина болта l ;
 - Столбец С - Длина нарезанной части b ;
 - Столбец D - Размер фаски на конце болта, условно примем:
 - для болтов диаметром 8-12 мм – 1 мм;
 - для болтов диаметром 16-24 мм – 2 мм;
 - для болтов диаметром 30-48 мм – 3 мм;
 - Столбец E - Рассчитаем по формуле $[=A-2D]$;
 - Столбец F - Высота головки k ;
 - Столбец G - Рассчитываем по формуле $[=0,2*F]$;
 - Столбец H - Рассчитываем по формуле $[=0.5*G]$;
 - Столбец I - Рассчитываем по формуле $[=(K+L)/2]$;
 - Столбец J - Рассчитываем по формуле $[=K-2*G/\tan(30*3,14/180)]$;
 - Столбец K - Диаметр описанной окружности e ;
 - Столбец L - Рассчитывается по формуле $[=K/2]$;
 - Столбец M - Размер под ключ S ;
 - Столбец N - Расстояние между видами, условно определим 50.
- Окончив ввод информации, сохраните файл в формате xls.
- В ADEMe воспользуйтесь функцией **Сохранить фрагмент** . На вопрос системы Будет записана вся информация с

- Создайте новый пустой документ ADEM и прочитайте в него только что созданный вами каталожный файл, воспользовавшись клавишей **Чтение фрагмента** . При этом откроется таблица, в которой можно выбрать интересующие параметры. Пример чтения каталожного файл представлен на Рис. 22 и Рис. 23.

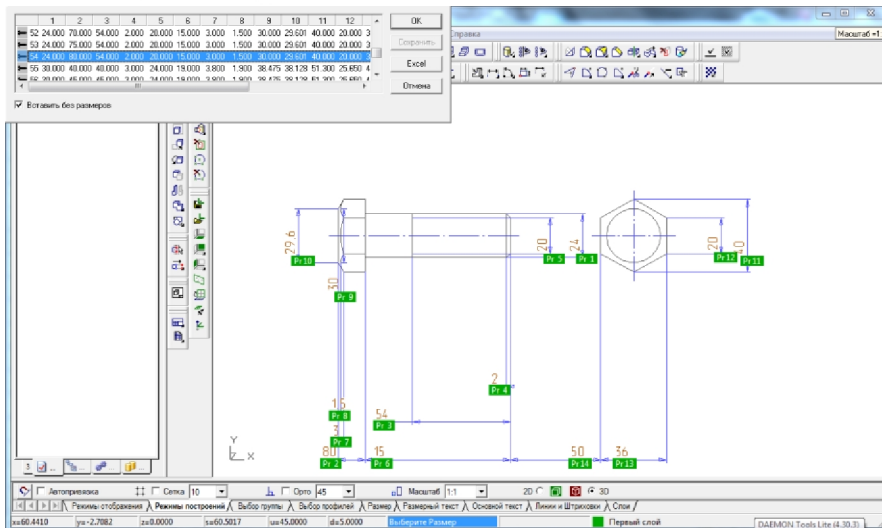


Рис. 22. Пример чтения параметрической модели 1

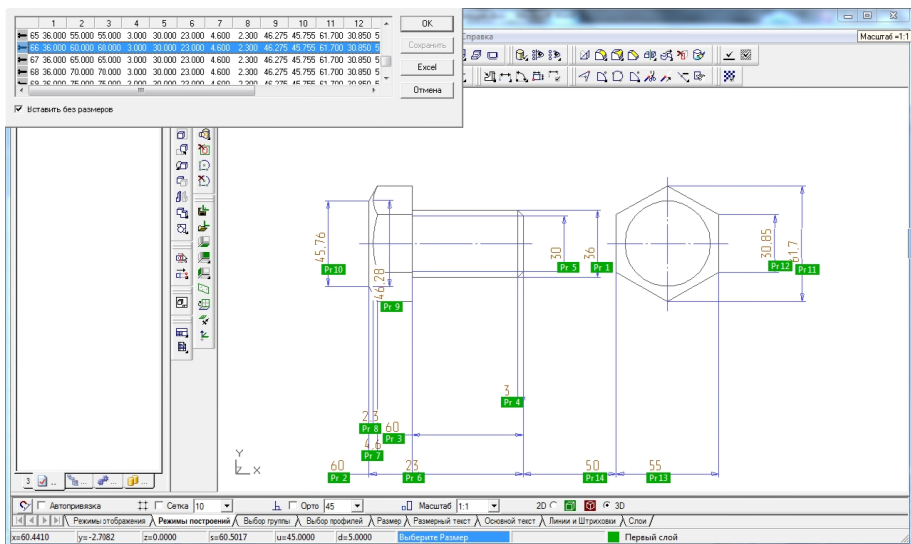


Рис. 23. Пример чтения параметрической модели 2

Учебное издание

Кузнецов Антон Владимирович

Чемпинский Леонид Андреевич

**ФОРМИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ
2-D МОДЕЛЕЙ ДЕТАЛЕЙ
АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ
В СРЕДЕ ПРОГРАММЫ ADEM**

Учебное пособие

Научный редактор

Редакторская обработка

Корректорская обработка

Компьютерная верстка А.В. Кузнецов

Самарский государственный

Аэрокосмический университет

443086, Самара, Московское шоссе, 34

Изд-во Самарского государственного

Аэрокосмического университета

443086, Самара, Московское шоссе, 34