

Міністерство освіти і науки України
Запорізький національний технічний університет

Кафедра ПЗ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт
з дисципліни «CAD/CAM/CAE-системи в проектуванні та
виробництві наукоємної продукції»
для студентів освітнього ступеня магістр
за спеціальностями
121 «Інженерія програмного забезпечення»
122 «Комп'ютерні науки та інформаційні технології»

денної форми навчання

ЧАСТИНА 1

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «CAD/CAM/CAE-системи в проектуванні та виробництві наукоємної продукції» для студентів освітнього ступеня магістр за спеціальностями 121 «Інженерія програмного забезпечення» та 122 «Комп'ютерні науки та інформаційні технології» денної форми навчання. Частина 1 / Укл. А.В.Пархоменко, О.М.Гладкова – Запоріжжя: ЗНТУ, 2016. – 61 с.

Укладачі: А.В.Пархоменко, к.т.н., доцент кафедри ПЗ;
О.М. Гладкова, асистент кафедри ПЗ,

Рецензент: Г. Н. Шило, к.т.н., доцент кафедри ІТЕЗ.

Відповідальний
за випуск: С.О. Субботін, д.т.н., професор, зав. кафедри ПЗ

Затверджено
на засіданні кафедри
програмних засобів
Протокол № 1
від “16” серпня 2016 р.

Рекомендовано до видання
НМК факультету
комп'ютерних наук і
технологій
Протокол № 1
від “22” серпня 2016 р.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Лабораторная работа №1	6
Знакомство с интерфейсом Creo Parametric 2.0	6
Лабораторная работа № 2	14
Создание 3D-модели крышки клапана	14
Лабораторная работа № 3	17
Построение основной части клапана	17
Лабораторная работа № 4	24
Проектирование оси клапана (Axis)	24
Лабораторная работа № 5	28
Создание 3D-модели задвижки (заслонки)	28
Лабораторная работа № 6	32
Создание 3D-модели плеча рычага	32
Лабораторная работа № 7	38
Создание болтов и ручки клапана	38
Лабораторная работа № 8	43
Сборка компонентов	43
Лабораторная работа № 9	54
Создание механизма	54
Требования к результату работ 1-9	57
Лабораторная работа № 10	58
Настройка среды проектирования Creo Parametric 2.0 средствами Creo TOOLKIT и Microsoft Express Visual C++ 10	58
ЛИТЕРАТУРА	61

ВВЕДЕНИЕ

Creo является так называемым высокотехнологичным решением: он предлагает интеграцию со всеми видами инструментов, позволяющими контролировать полный маршрут проекта. От эскиза до чертежа, от объекта до производства, расчета, моделирования и контроля качества, все интегрировано в одной линейке ПО (CAD / CAM / CAE / PDM).

Кроме PTC (разработчика ProEngineerWildfire, Creo) есть ещё 2 разработчика высокотехнологичных современных решений в области автоматизации проектирования: Siemens (Unigraphics NX ®) и Dassault Systems (CATIA ®).

Решения среднего класса включают программное обеспечение Autodesk Inventor ®, SolidWorks ®, Solid Edge®, Space Designer ®. В основном они просто предлагают решения для моделирования. Интеграция с другими средствами разработки и проектирования редко включена на этом уровне. Таким образом, для сложных конструкций и крупных промышленных предприятий, эти продукты приводят к неприемлемым компромиссам. Многие из этих продуктов - урезанные версии, или базовые варианты для дальнейшего усовершенствования на новом уровне (SolidWorks, SolidEdge)

Creo ® - это система гибридного параметрического моделирования, что означает следующее:

- параметрическое: каждый размер и свойство, заложенные в модель, оказывают влияние на форму и свойства объекта;
- гибридное: каждая твердотельная грань - это NURB-поверхность, и каждая поверхность может быть использована для построения твердых тел;
- основанное на истории: Creo отражает хронологию разработки проекта в дереве модели;
- основанное на использовании фичеров: конструкция построена с использованием элементов форм (экструзия, отверстия, резьба, скругления и т.п.), а не с помощью примитивов (сфера, блок, клин, цилиндры).

Целью данной работы является проектирование и исследование виртуального прототипа простого клапана, состоящего из группы деталей (см. рис.1). На рисунке используются следующие термины:

Assembly – сборка, Sub Assembly – подсборка, Part – деталь, Features – фичеры/ элементы формы детали.

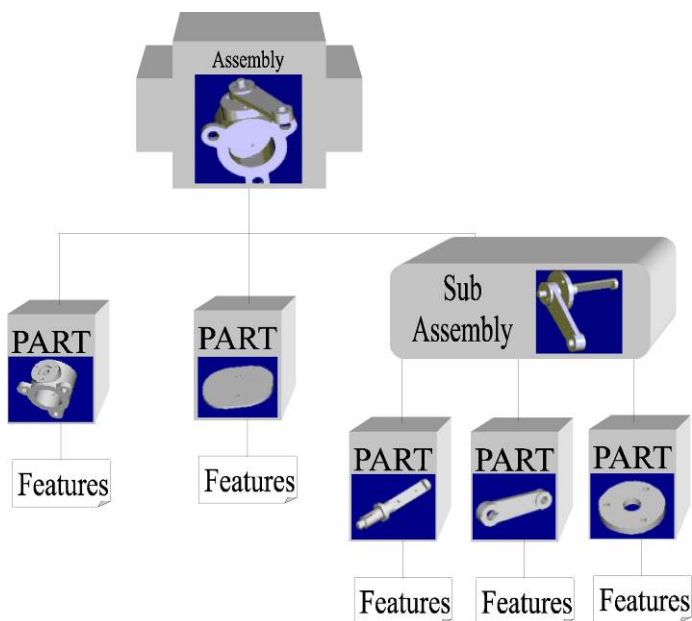


Рисунок 1 – Иерархическая структура сборки клапана.

Лабораторная работа №1

Знакомство с интерфейсом Creo Parametric 2.0

1.1 Главное окно системы

После запуска системы PTC Creo 2.0, из меню **Пуск**→**Все программы**→**PTC Creo**→**Creo Parametric 2.0** и создания нового файла **File**→**New** (Файл→Создать), открывается *главное рабочее окно* этой системы (рис. 1.1), которое содержит следующие компоненты: панель быстрого доступа к командам, ленточное меню, навигатор, графическое окно, браузер, область сообщений.

Панель быстрого доступа к командам

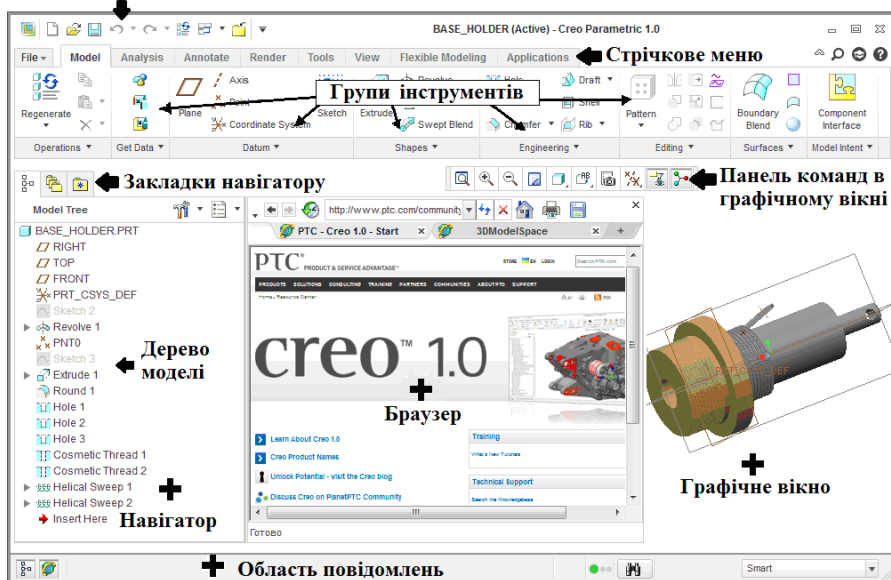


Рисунок 1.1 – Главное окно системы

Панель быстрого доступа к командам служит для быстрого доступа к часто используемым командам, таких как: создание новой модели , открытие уже существующей модели , сохранение модели , отмена  или повтор  выполненных операций, регенерация модели , список открытых окон

моделей  , закрытие и сохранение модели в сессии  , список возможных настроек данной панели  .

Ленточное меню. Основное меню системы во множестве случаев (в модулях для создания компоновок, сечений, деталей, сборок, двумерных чертежей, форматов) изображено в виде ленточного меню, которое содержит в себе вкладки, с размещенными в них группами инструментов (операций, команд). Группы инструментов могут содержать выпадающие списки с командами, пиктограммы которых не размещены на панели.

Навигатор. В навигаторе по умолчанию отображено дерево модели, которое в свою очередь показывает весь поэтапный процесс создания модели. Навигатор  содержит ряд закладок: обзор содержимого дерева модели  , навигатор папок  , и часто используемые папки  . Навигатор папок позволяет, не покидая открытого окна модели открывать уже существующие на диске модели в другом вспомогательном окне.

Все построенные чертежи, сборки деталей, оформление отчетов, и подобное выполняются в **графическом окне (области)**, где отображается построенный объект относительно 2D- или 3D-координат. Просмотр модели динамический, то есть ее можно вращать, панорамировать (строить панорамы), масштабировать.

Доступ к Интернет страничкам встроенного web-браузера.

Чтобы открыть его необходимо нажать на пиктограмму  (в нижнем левом углу головного окна), или перейти с помощью навигатора папок к сетевому окружению **Network Neighborhood (Сетевое окружение)**.

Область сообщений служит для оповещения состояния работы системы и подсказок пользователю. [1]

1.2 Основное меню

Основное меню в виде ленточного меню размещено в верхней части окна программы и вмещает в себе вкладки с группами инструментов или со списками команд для работы с системой. Количество таких вкладок может быть разной в зависимости от типа созданного документа. Поэтому рассмотрим назначение только основных из них:

– **File (Файл)** – содержит список команд управления файлами;

- **Model (Модель)** – содержит разные группы инструментов для создания и редактирования моделей объектов;
- **Analysis (Анализ)** – содержит группы инструментов для проведения анализа моделей в модулях других систем, установления размеров, проверки геометрии, т.п.;
- **Annotate (Аннотация)** – содержит группы инструментов для управления аннотациями;
- **Render (Рендеринг)** – содержит группы инструментов для работы со сценами, перспективным видом, рендерингом (созданием плоского изображения (картинки) по разработанной 3D-сцене);
- **Tools (Инструменты)** – содержит группы инструментов для просмотра привязок, сравнений деталей и другого типа исследований, и дополнительные утилиты;
- **View (Вид)** – содержит группы инструментов для настройки отображения моделей, их ориентаций в пространстве, отображения слоев, и управлением окнами;
- **Flexible Modeling (Гибкое моделирование)** – предназначено для гибкого редактирования объектов;
- **Applications (Приложения)** – содержит группы инструментов для работы с исполнительными модулями;
- **Sketch (Эскиз)** – данная вкладка появляется при создании эскиза и содержит группы инструментов для создания простых двумерных геометрических объектов эскиза;
- **Manufacturing (Производство)** – служит для воспроизведения процесса производства деталей, с использованием станков;
- **Layout (Компоновка)** – содержит группы инструментов для настройки листа двумерного чертежа, для создания видов, работы с текстом при построении двумерных чертежей;
- **Table (Таблица)** – для работы с таблицами, их создания и редактирования;
- **Edit (Правка)** – список команд для редактирования отчетов, схем;
- **Insert (Вставка)** – список команд для добавления до отчета или схемы чертежа.
- **Format (Формат)** – список команд для задания стиля текста, линий, размеров во время создания отчетов или схем;
- **Help (Справка)** – список команд работы со справочником.

Для выбора команды необходимо перейти на нужную вкладку основного меню и потом выбрать ее из списка команд, или соответствующую ей пиктограмму из панели инструментов.

Возможен и другой вариант выбора команд, который ускоряет работу пользователя с системой, используя для этого только клавиатуру. При нажатии на клавишу **Alt**, снизу каждой вкладки или пиктограммы команд панели быстрого доступа, будет отображаться символ(ы)- отображения для выбора данной вкладки, или команды (инструмента). Выбравши нужную вкладку или команду нажатием клавиш(ы) клавиатуры, которые соответствуют(ет) определенному обозначению, можно перейти к данной вкладке, или вызвать команду. Например, для построения эскиза можно сначала выбрать вкладку **Model(Модель)** – **Alt+M**, потом команду **Sketch (Эскиз)** – **Alt+S**, указать курсором мыши плоскость на которой будет построен эскиз и перпендикулярную ей плоскость для привязки, нажать на клавишу **Enter**, и приступить к построению эскиза. [1]

1.3 Группы инструментов

Як вказувалось раніше, в даній системі групи інструментів чи панелі інструментів можуть бути розміщені як на вкладках основного меню (стрічкового меню), так і нижче нього, зверху (панель швидкого доступу до команд), і інколи справа (диспетчер меню). В залежності від режиму роботи набір кнопок (пиктограм) на групах (панелях) інструментів може бути різний.

Оскільки груп та панелей інструментів достатньо багато, і їх вміст може змінюватися в залежності від типу документу з котрим працює користувач (деталь, збірка, креслення, формат), розглянемо деякі з них, що найчастіше використовуються:

 – **Create (Створити)** – дозволяє створити новий документ для моделі, креслення, збірки, звіту, схеми, тощо; відкриває діалогове вікно **New (Новий)** (рис. 1.2);

 – **Open (Відкрити)** – дозволяє відкрити вже створений файл (ескіз, деталь, збірку); відкриває діалогове вікно **File Open (Відкрити файл)**, де й вибирається необхідний файл.



– **Close (Закрити)** – закриває відкритий файл.

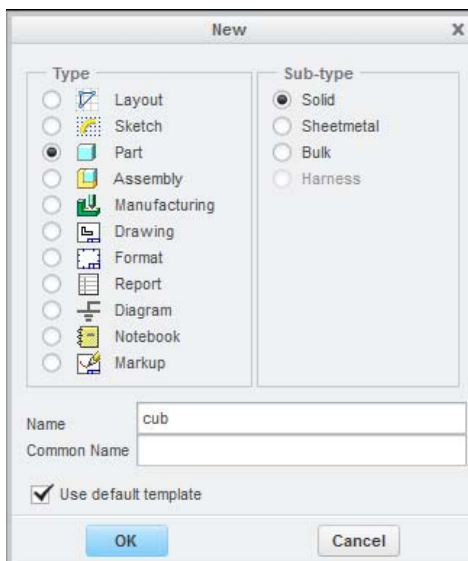


Рисунок 1.2 – Диалоговое окно создания нового документа New (Новый)



– **Save (Зберегти)** – зберігає файл відкритого документа під привласненим іменем в попередньо створену папку.



– **Undo (Скасувати)** – відмінює останню виконану команду.



– **Redo (Відновити)** – повертає видалену команду.



– **Regenerate (Регенерувати)** – дозволяє регенерувати (перерисувати) модель.



– зміна масштабу відображення в розмір моделі, збільшення масштабу зображення, зменшення масштабу зображення.



– **Redraw (Перерисувати екран)** – оновлює екран, видаляє зайві лінії та точки.



– поворот моделі відносно центра чи відносно довільної точки.



– **Named Views (Іменовані види)** – дозволяє зафіксувати вид у встановленій чи вибраній за замовчуванням орієнтації.



– **Reorient (Виконати переорієнтацію)** – дозволяє вибрати потрібну орієнтацію моделі.



– **Layers (Відобразити шар)** – дозволяє відображати вже існуючі і створювати нові шари, на котрих розміщуються твердотільні чи нетвердотільні елементи моделі, компоненти зборки, креслярську геометрію виду.



– каркасне зображення, зображення з підсвіченням невидимих ліній, відображення без невидимих ліній, зафарбоване зображення, заливка з кромками, заливка з відображенням.



– ввімкнути/ вимкнути базові площини, ввімкнути/ вимкнути базові осі, ввімкнути/ вимкнути базові точки, ввімкнути/ вимкнути базові системи координат.



– ввімкнути/ вимкнути відображення розмірів, ввімкнути/ вимкнути відображення закріплення, ввімкнути/ вимкнути сітки, ввімкнути/ вимкнути відображення вершин в перетині.



– дозволяє орієнтувати площину ескізу паралельно екрану.



– ввімкнути/ вимкнути дерево моделі, ввімкнути/ вимкнути навігатор папок, ввімкнути/ вимкнути вибране.



– виконує пошук, фільтрацію і вибір об'єктів в моделі за правилами та критеріями. [1]

1.4 Дерево моделі

Дерево моделі (**Model Tree**) – представляет собой специальное информационное окно, в котором последовательно отображается вся история создания модели. Оно размещено на навигаторе в левой части экрана и имеет следующий вид (рис. 1.3).

Информационные колонки дерева модели могут удаляться, добавляться, а также выключаться и включаться. Для выбора операции в дереве модели, необходимо кликнуть левой клавишей мыши на соответствующей операции. Строчка **Insert Here (Вставить тут)** позволяет перемещаться по дереву модели от одной операции к другой, перемещая красную стрелку. Для удаления операции необходимо выбрать операцию левой клавишей мыши, и вызвавши контекстное меню правой клавишей выбрать команду **Delete**

(Удалить). Для выключения и включения операции используется команда контекстного меню **Set Representation to (Задать представление).** [1]

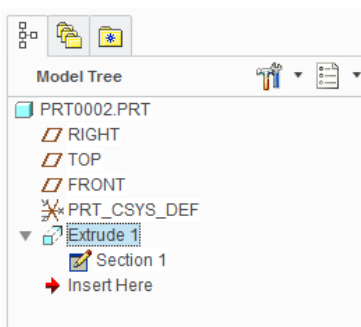
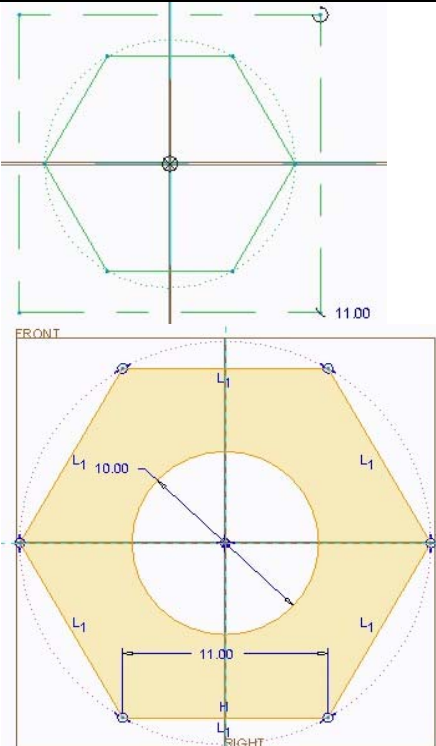
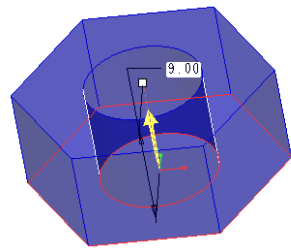


Рисунок 1.3 – Дерево модели

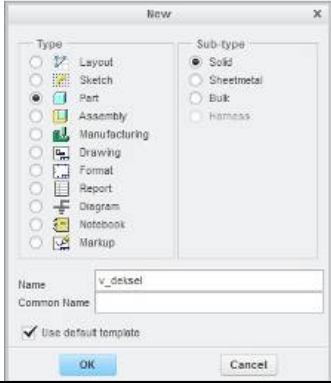
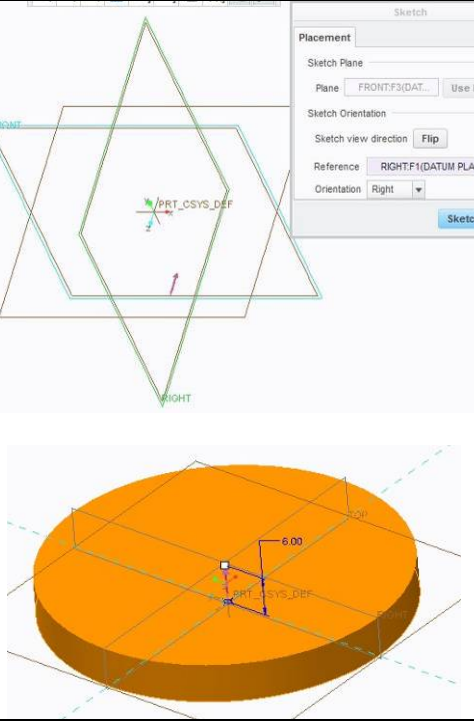
Задание к лабораторной работе

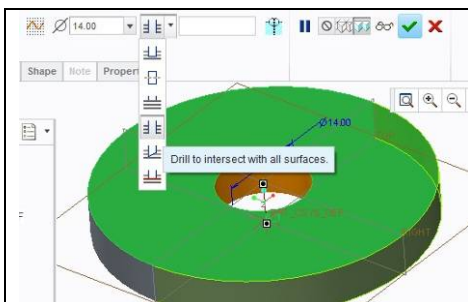
	Создаем гайку: FILE(Файл) → NEW(Создать) Выбираем: PART(Деталь) Тип: SOLID(Твердое тело) Имя: v_ga Шаблон: SOLID_PART_MMNS
	Model (Модель)→Shapes(Формы) →Extrude (Вытянуть) Глубина вытягивания равна 9мм. Placement Options Properties <ПКМ> Define Internal Sketch (Задать внутренний эскиз). Выделяем FRONT-плоскость, как Плоскость эскиза. Нажимаем кнопку Sketch(Эскиз). Sketch (Эскиз)→Sketching(Создать Эскиз)→ Palette(Палитра). В окне Sketcher Palette находим шестиугольник (6-Sided Hexagon).

	Выделяем его и удерживая <ЛКМ> вытягиваем его центром на пересечении опорных геометрических линий (следите за тем, чтобы центр шестиугольника был привязан к пересекающимся геометрическим линиям). Масштаб равен 11. Должно получиться, как показано на рисунке. На ленте меню Rotate Resize нажимаем ☒. Далее начертим окружность диаметром 10 мм: Sketch(Эскиз)→Sketching(Создать Эскиз)→ Circle(Окружность)  Circle Sketch(Эскиз)→ ОК(Готово).
	Закончим построение элемента ☒. Сохраним деталь: (File(Файл) → Save(Сохранить)). File(Файл) → Manage Session → Erase Current (Стереть текущий), чтобы удалить файл с оперативной памяти. 

Лабораторная работа № 2

Создание 3D-модели крышки клапана

	Создадим новую деталь: FILE(Файл)→NEW(Создать). Выбрать тип: Part(ДЕТАЛЬ). Подтип: Solid(Твердотельное тело). Имя: v_deksel
	Выдавим круг диаметром 50 от Front-плоскости. Model (Модель)→Shapes(Формы)→Extrude (Вытянуть) <ПКМ> Define Internal Sketch(Задать внутренний эскиз). FRONT-плоскость, плоскости эскиза. RIGHT плоскость в качестве привязки для ориентации плоскости эскиза. Нажимаем кнопку Sketch(Эскиз). Для перехода на отображение фронтальной плоскости параллельно экрану нажимаем кнопку Sketch View/ Нарисуем круг с центром на пересечении основных линий. Установим диаметр 50 мм. (дважды щелкнув по диаметру). Sketch(Эскиз) → ОК (Готово) Установим толщину выдавливания 6мм.



Отверстие: коаксиальный к наружной поверхности. (выберите осевой линии первой)

Model (Модель)→

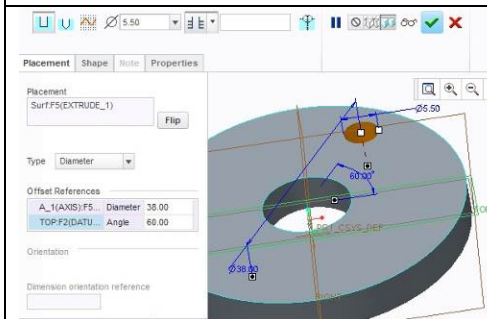
Engineering(Проектирование)→ Hole (Отверстие).

Выберем осевую линию A1.

И зажав <Ctrl> выделим верхнюю поверхность крышки (в качестве таковых вы коаксиального отверстия вокруг осевой линии и начать бурить от верхней поверхности крышки.)

Установите диаметр 14мм, выберем "Drill to intersect with all surfaces" (Сверлить до пересечения со всеми поверхностями).

Закончим построение отверстия .



Отверстия для болтов:
(Модель)→Engineering(Проектирование)→ Hole (Отверстие).

Установим в разделе

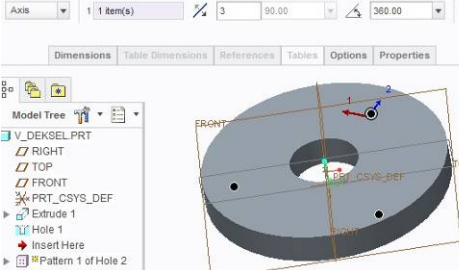
"Placement"(Размещение), "Type"(Тип)
- "Diameter"(Диаметр).

Выберем верхнюю поверхность цилиндра.

В разделе Offset References (Привязки смещения): зажав <Ctrl>, выберем A1 и TOP-плоскость.

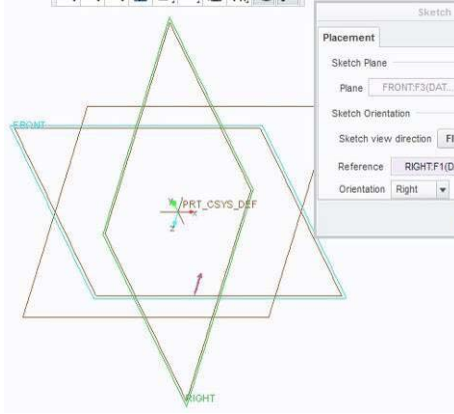
Установим диаметр отверстия 5,5, диаметр круговой осевой линии 38, и выберем "Сверлить до пересечения со всеми поверхностями".

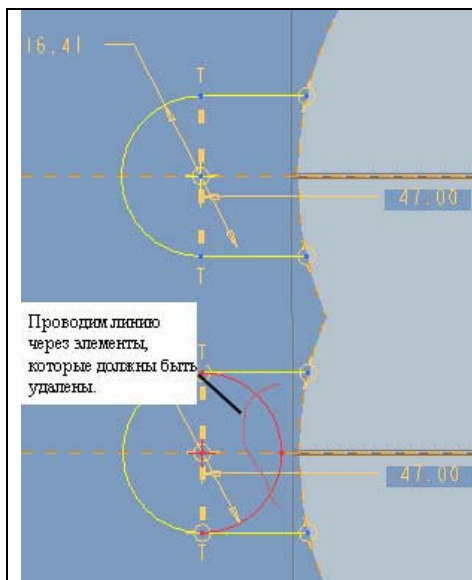
Закончим построение отверстия.

	Массив отверстий для болтов: копирование отверстия. Выберем отверстие, Model (Модель)→ Editing (Править) → Pattern (Массив). Выберите модель Axis(Ось). Выберем ось A1. Установим количество экземпляров равным 3 отверстия на полный угол 360 °(см. рисунок). Закончим построение массива.
	Сохраним v_deksel деталь (File(Файл) → Save(Сохранить)) File(Файл) →Manage Session → Erase Current (Стереть текущий)

Лабораторная работа № 3

Построение основной части клапана

	Создадим новую деталь: FILE(Файл)→NEW(Создать). Выбрать тип: Part(ДЕТАЛЬ). Подтип: Solid(Твердотельное тело). Имя: v_huis
	Создадим цилиндр диаметром 74 мм: Model (Модель)→Shapes(Формы) →Extrude (Вытянуть) <ПКМ> Define Internal Sketch(Задать внутренний эскиз). FRONT, как плоскость эскиза RIGHT, как привязка для ориентации эскиза. Прорисуем круг (инструмент  с центром на пересечении справочных линий. Установим диаметр 74 мм (для этого выберем  и двойным щелчком, <ЛКМ>, клацнем по диаметру). Sketch(Эскиз)→ОК(Готово) Укажем глубину цилиндра равной 56 мм:  Нажмем на Верхней панели .



Сделаем одну из скобок выдавливанием от нижней стороны цилиндра:

Model (Модель) → Shapes (Формы)
→ Extrude (Вытянуть)

<ПКМ> Define Internal Sketch (Задать внутренний эскиз).

Нижняя сторона цилиндра, как плоскость эскиза

RIGHT, как привязка для ориентации эскиза.

Сделаем привязку к контуру цилиндра:

Sketch (Эскиз) → Setup (Установка)

→ References (Привязки), и указать на контур цилиндра.

Сделаем набросок круга.

Сделаем набросок Линии (инструмент  Line) от круга до цилиндра.

Срежем половину круга:

Sketch (Эскиз) → Editing (Править) →

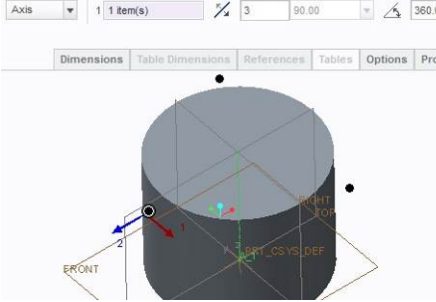
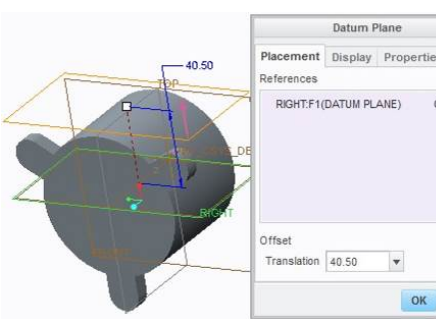
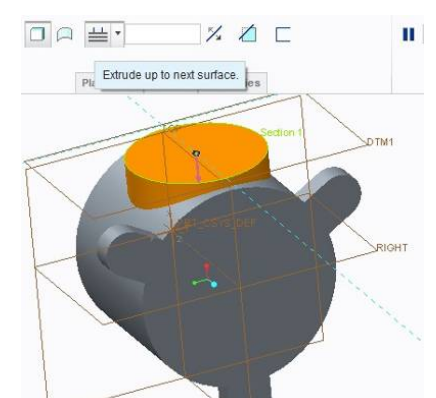
Delete Segment (Удалить Сегмент) и

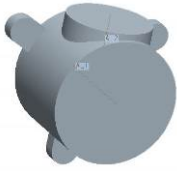
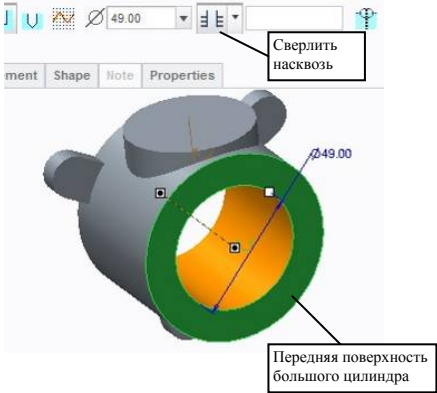
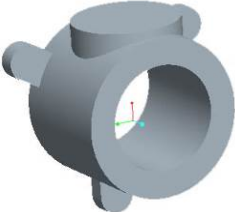
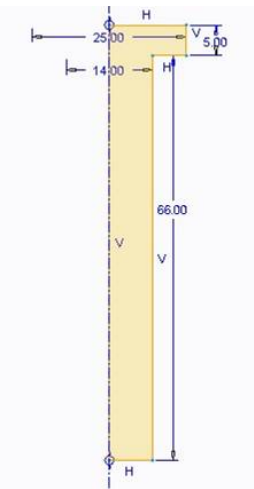
проводим линию через элементы, которые должны быть удалены.

Sketch (Эскиз) → OK (Готово)

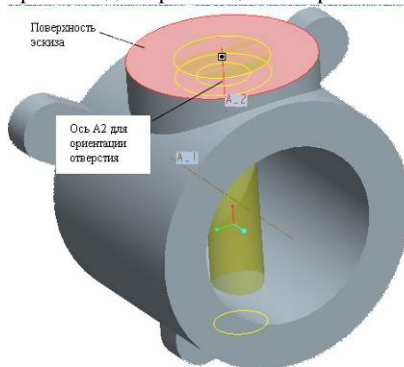
Укажем толщину 8 мм.



	Сделаем копии образца скобки: Выделим нашу скобку, Model (Модель)→Editing (Править) → Pattern (Массив). Используем образец Axis, 3 копии, величина угла массива 360°.
	Теперь сделаем приподнятую часть для оси клапана. Для этого нам нужно создать дополнительную плоскость на расстоянии 40,5 мм от центральной оси. Model (Модель)→Datum(Опорный элемент модели)→Plane(Плоскость) Выберем RIGHT плоскость. Установим смещение равным 40,5
	Построим приподнятую часть клапана. Model (Модель)→Shapes(Формы) →Extrude (Вытянуть) Сделаем внутренний эскиз на новой плоскости DTM1, и как привязка для ориентации эскиза выберем TOP. Сделаем набросок круга с диаметром 50, на расстоянии 28 мм от фронта большого цилиндра. Sketch(Эскиз) →OK(Готово) “Extrude up to next surface” (Вытянуть до следующей поверхности).

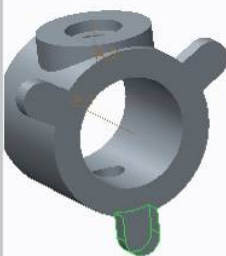
	
 Сверлить насквозь Передняя поверхность большого цилиндра	Теперь сделайте центральное отверстие с диаметром 49 в большом цилиндре. Model(Модель)→Engineering(Проектирование)→Hole(Отверстие). Выберем ось A1, и <Ctrl> по передней поверхности большого цилиндра. Установим диаметр 49, и сверлить до пересечения со всеми поверхностями. 
	Отверстие для оси клапана может быть создано аналоговым методом. Model(Модель)→Engineering(Проектирование)→Hole(Отверстие). Выбрать «Эскиз отверстия» Выбрать “Activates Sketcher to create section”(«Активизировать Среду эскиза»)  Мы определим в среде эскизирования профиль, чтобы вращать вырезаемое отверстие: Нарисуем «Ось вращения» (<ПКМ> Axis of Revolution). С помощью Линии (↗ Line) в Эскизе создадим закрытый контур отверстия. Установим правильные размеры. Sketch(Эскиз) → ОК(Готово)

Выберем круглую приподнятую поверхность клапана, как плоскость эскиза и, зажав <Ctrl>, ось A2, как привязка для ориентации отверстия.



Заканчиваем построение отверстия.

FRONT
PRT_CSYS_DEF
Extrude 1
Pattern 1 of Extrude 2
Extrude 2 [1]
Extrude 2 [2]
Extrude 2 [3]
DTM1
Extrude 3
Hole 1
Hole 2
Insert Here



Чтобы сделать 3 отверстия в скобках, мы делаем отверстие в первой скобке образца.

Раскроем массив, и нажмем на первое вытягивание, которое является первой скобкой.

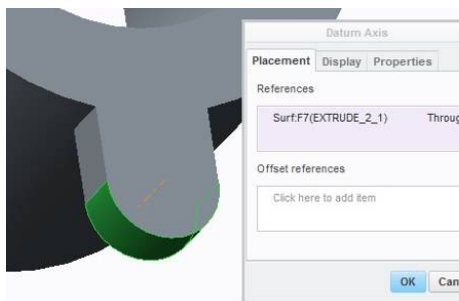
Model(Модель)→Engineering(Проектирование)→Hole(Отверстие).

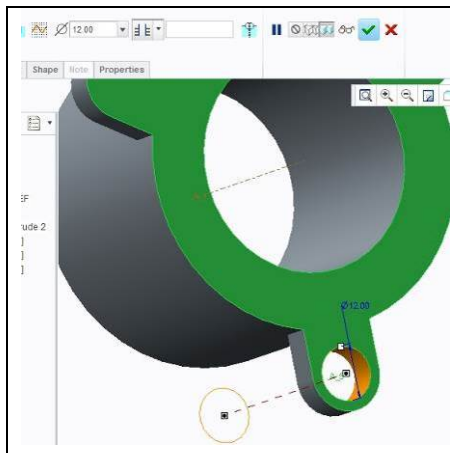
Нам нужно отверстие, концентрическое к внешней стороне, таким образом, мы нуждаемся в линии оси. Нажмем на кнопку паузы  на верхней панели.

Model (Модель)→Datums(Опорный элемент модели)→Axis(Ось..)

Выберите цилиндрическую поверхность, линия оси создана.

Щелкните ОК.

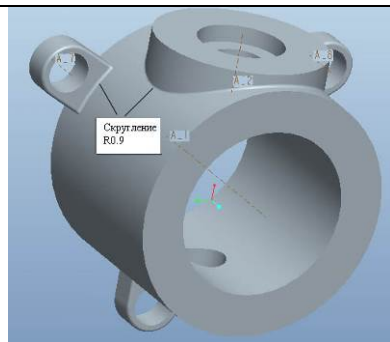




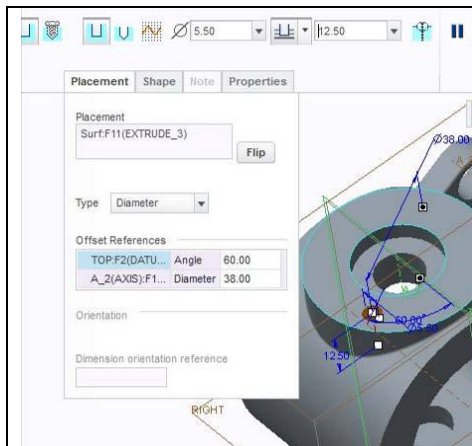
Нажмем на кнопку «Возобновить» . Зажимая <ctrl>, выберем нижнюю поверхность и установим диаметр как показано на рисунке. Закончим выполнение отверстия.



Скопируем это отверстие на другие скобки. Выберем отверстие, Model (Модель) → Editing (Править) → Pattern (Массив). Creo предлагает СПРАВОЧНЫЙ МАССИВ (REFERENCE PATTERN): это, Creo видит, что отверстие сделано в первом члене массива и предлагает повторить отверстие во всех участниках массива. Применить и закончить построение Массива.



Построим необходимые Скругления (Round ) на внутренней части детали.



Отверстия для болтов:
(Модель)→Engineering(Проектирование)
→ Hole (Отверстие).

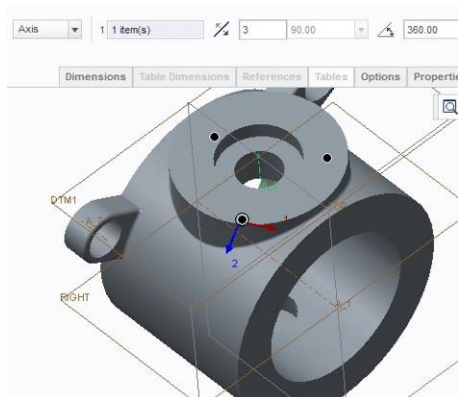
Установим в разделе
"Placement"(Размещение), "Type"(Тип) -
"Diameter"(Диаметр).

Выберем верхнюю поверхность
цилиндра.

В разделе Offset References (Привязки
смещения): зажав <Ctrl>, выберем A1 и
TOP-плоскость.

Установим диаметр отверстия 5,5,
диаметр круговой осевой линии 38, и
выберем "Сверлить до пересечения со
всеми поверхностями".

Закончим построение отверстия.



Массив отверстий для болтов:
копирование отверстия.

Выберем отверстие, Model (Модель)→
Editing (Править) → Pattern (Массив).

Выберите модель Axis(Ось).

Выберем ось A1.

Установим количество экземпляров
равным 3 отверстия на полный угол 360
°(см. рисунок).

Закончим построение массива.



Сохраним наш фрагмент клапана: <Ctrl>S, или
FILE(Файл)>SAVE(Сохранить).

Лабораторная работа № 4

Проектирование оси клапана (Axis)

Создадим новую деталь:
 FILE(Файл)→NEW(Создать).
 Выбрать тип: Part(ДЕТАЛЬ).
 Подтип: Solid(Твердотельное тело).
 Имя: v_as

Мы делаем тело вращения.

Model (Модель)→Shapes(Формы) →Revolve(Вращать)

Эскиз на Front плоскости.

Нарисуем «Ось вращения» (<ПКМ> Axis of Revolution).

Чертим эскиз внешнего профиля. Позаботьтесь, чтобы построить замкнутый эскиз.

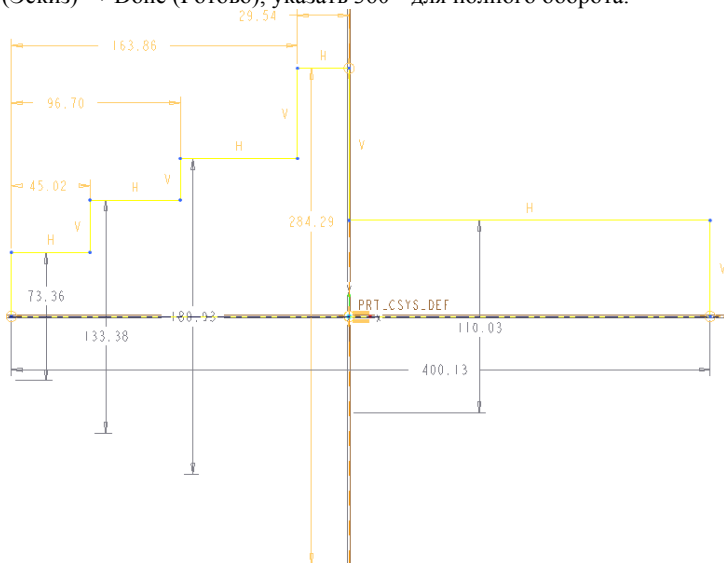
Установка/изменение размеров производится согласно схеме:

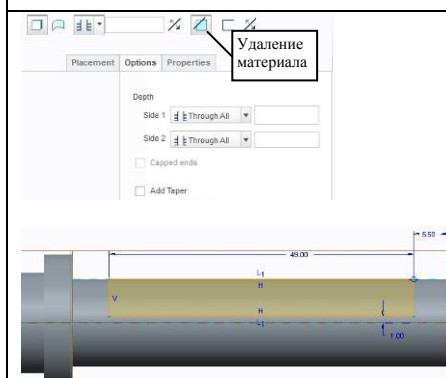
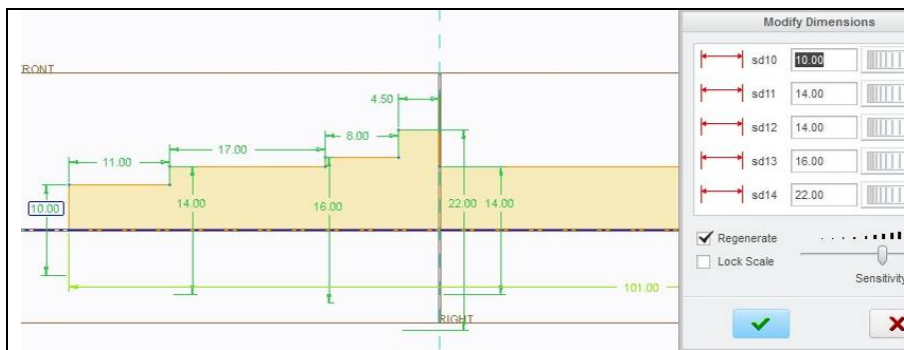
- Установим все линейные размеры
- Изменим значения размеров: окном выберем все размеры, <ПКМ> Modify (Изменить).

Установим флажок регенерировать, чтобы предотвратить искажение в эскизе.

☒ Regenerate

Sketch (Эскиз) → Done (Готово), указать 360 ° для полного оборота.



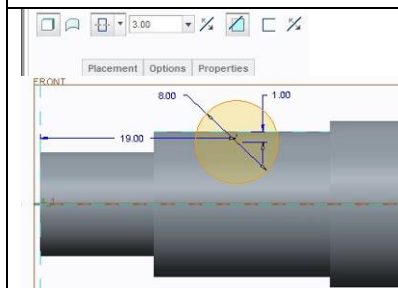


Далее мы сделаем вырез для клапана. Это делается с помощью Model (Модель) → Shapes (Формы) → Extrude (Вытянуть) с удалением материала (Remove Material).

Выдавливание с Front плоскости: установим опции удаление материала и насквозь в обе стороны.

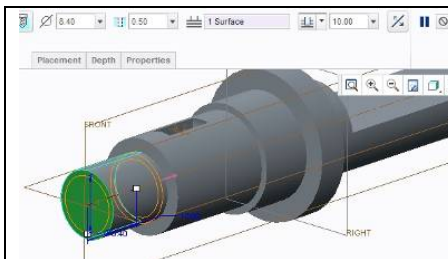
Сделаем эскиз и завершим функцию выдавливания.

(Установим верхнюю линию Sketch (Эскиз) → Constrain (Закрепить) → Coincident (Совпадающий) совпадающей с верхней поверхностью нашей детали. Укажем нужные размеры.)



Сделаем выдавливание с Front плоскости: симметричное, удаление материала, глубина для одной стороны - 3 мм.

Сделать эскиз (как показано на рисунке) и завершить функцию выдавливания.



Выполним наружную резьбу на конце детали: (Резьба является косметической, это, символическое изображение резьбы будет создан, но материал в конечном итоге не будет удален.).

Model (Модель) → Engineering (Проектирование) → Cosmetic Thread (Поверхностная Резьба)

Выберите Поверхность резьбы (наружная цилиндрическая поверхность).

Выберите Начальную поверхности (торец оси).

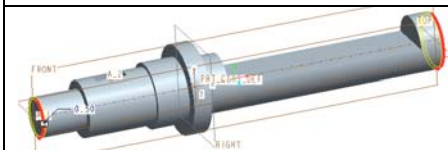
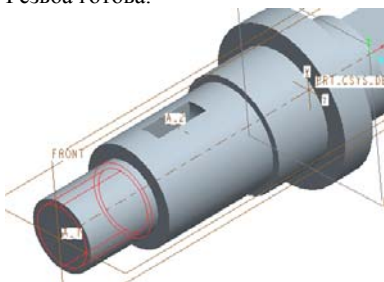
Подтвердите направление резьбы нажав Oaky в менеджере меню.

Длина резьбы: на заданную глубину, длина 10 мм.

Диаметр выступов 8,4 мм.

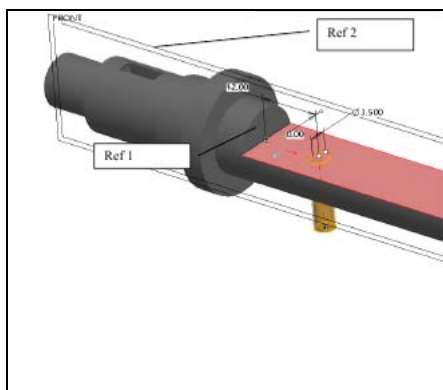
Параметры резьбы не изменяются, поэтому нажимаем Готово.

Резьба готова.



Model(Модель)→ Engineering(Проектирование) → Chamfer (Фаска): фаски кромки.

Выделим оба края (зажимая <Ctrl>) И установите размер фаски 0,5 мм.

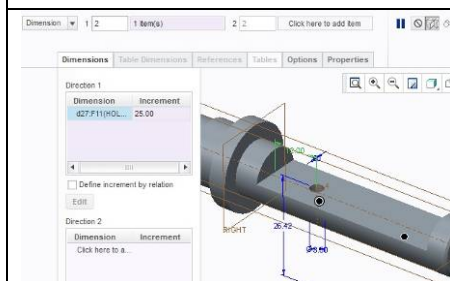


Отверстия для болтов:

Model(Модель)→Engineering(Проектирование)→ Hole (Отверстие).

Привязки: Выберите Front плоскость и к стене выреза.

Размеры: диаметр = 3.5
привязка Ref2= 0.0
привязка Ref1 = 12.0



Выделите отверстие, Model (Модель)→Editing (Править) → Pattern (Массив).

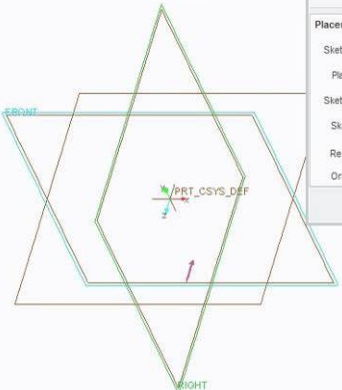
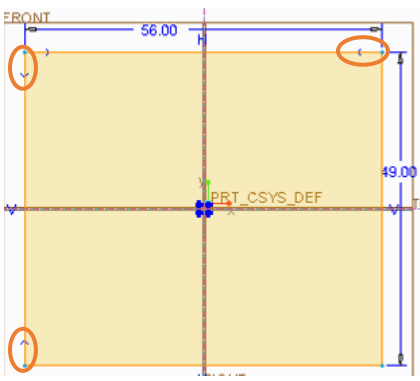
Выберите Dimension (Размер), выделите размер 12, и введите 25 в качестве приращения.

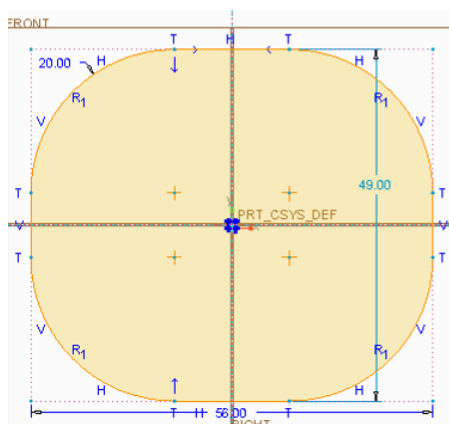
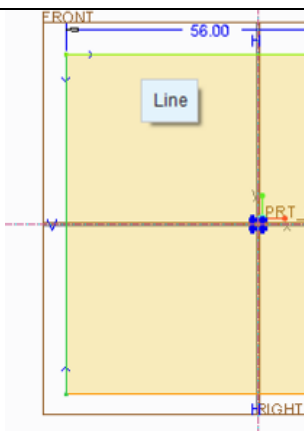


Сохраним v_as деталь (File(Файл) → Save(Сохранить)).
File(Файл) →Manage Session → Erase Current (Стереть текущий), чтобы удалить файл с оперативной памяти.

Лабораторная работа № 5

Создание 3D-модели задвижки (заслонки)

	Создаем новую деталь: FILE(Файл) → NEW(Создать) Выбираем: PART(Деталь) Тип: SOLID(Твердое тело) Имя: v_klep Шаблон: SOLID_PART_MMNS
	Model (Модель)→Shapes(Формы) →Extrude (Вытянуть) <ПКМ> Define Internal Sketch(Задать внутренний эскиз) Выделяем FRONT-плоскость, как Плоскость эскиза. Нажимаем кнопку Sketch(Эскиз).
	Создаем 2 осевые линии (1 вертикальную, 1 горизонтальную), как линии симметрии для задвижки. Sketch(Эскиз) → Sketching(Создание эскиза) → Centerline(Осевая линия) Sketch (Эскиз) → Sketching(Создание эскиза) → Corner Rectangle(Прямоугольник): Прямоугольник размерностью 56х49 мм. (начинаем прорисовывать прямоугольник с нижнего левого угла, и ведем их пересекая линии симметрии таким образом чтобы появились стрелочки, указывающие на то, что прямоугольник симметричен) После ставим нужные нам размеры прямоугольника.(56х49)



Закругление углов:
Sketch(Эскиз) → Sketching(Создание Эскиза) → Fillet(Скругление) → Circular(Круговое)

По очереди выбираем 2 линии, которые сходятся в углах. И так для 4 углов.

Сделаем 4 равных закругления:

Sketch(Эскиз) →

Constrain(Закрепить) → Equal(Равный)

И клацаем <ЛКМ> по очереди на каждую из 4 дуг. В итоге должен остаться только один размер радиуса закругления. Устанавливаем его равным 20 мм.

Если фигура стала не симметрична относительно осевых линий то:

Sketch(Эскиз) → Constrain(Закрепить)

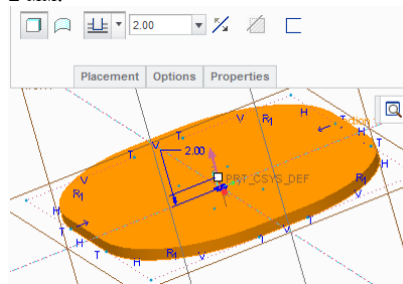
→ Symmetry(Симметричный),

выберите 2 противоположные линии и после, осевую линию, симметрично которой они должны располагаться.

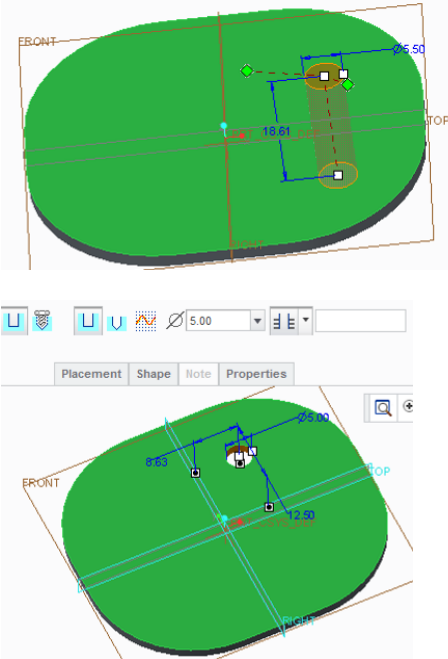
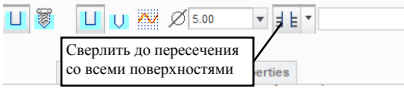
Таким образом, сделайте, чтобы фигура была симметрична как по вертикали, так и по горизонтали.

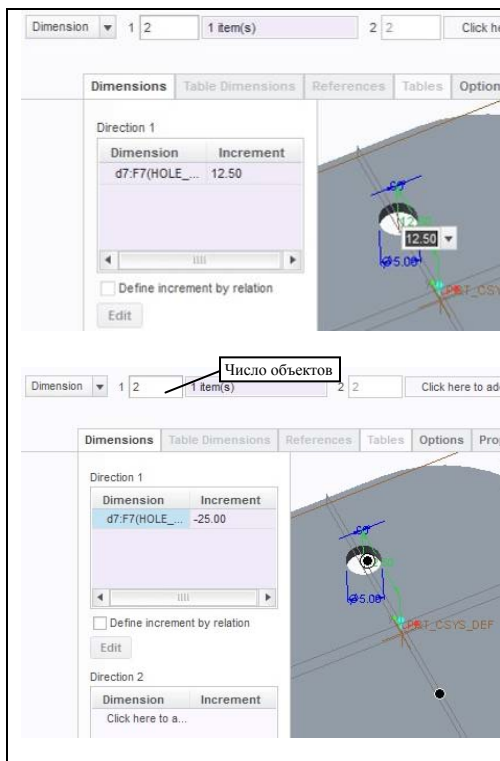
Sketch(Эскиз) → ОК(Готово),

укажите глубину вытягивания равное 2 мм.



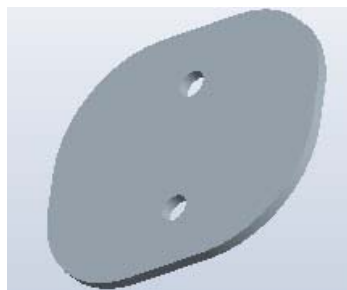
После нажмите .

 	Сделаем отверстие: Model (Модель)→ Engineering (Проектирование) → Hole(Отверстие) Кладдем <ПКМ> на поверхность, образуется макет отверстия с двумя зелененькими квадратами (см. рис.). Наведя курсор на один из квадратов нажимаем <ЛКМ> и перетаскиваем к плоскости TOP, должен образоваться квадрат с белым кругом внутри, после только отпускаем зажатую <ЛКМ>. Также поступаем с вторым зеленым квадратом, только перетаскиваем его к плоскости RIGHT. Проставим параметры: привязка к TOP = 12.5мм; привязка к RIGHT = 0мм. Устанавливаем диаметр отверстия 5мм, и «сверлить до пересечения со всеми» поверхностями.  После завершения построения нажимаем .
	Сделаем второе симметричное отверстие. Выделяем отверстие как показано на рис. После нажимаем Model (Модель)→ Editing (Править) → Pattern (Массив) На вкладке Dimensions (Размеры), как Direction_1, указываем на размер 12,50.



В колонке приращение изменяем значение с 12,5 на -25. И число объектов равно 2.

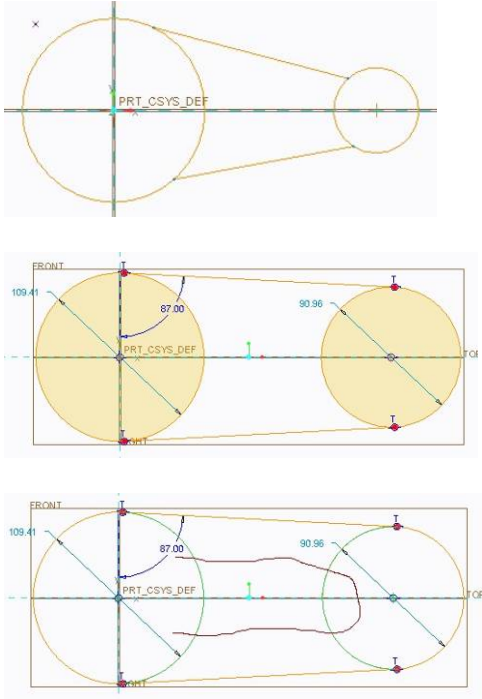
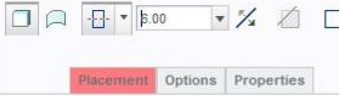
После нажимаем .



Сохраним деталь v_klep (File(Файл) → Save(Сохранить)). File(Файл) → Manage Session → Erase Current (Стереть текущий), чтобы удалить файл с оперативной памяти.

Лабораторная работа № 6

Создание 3D-модели плеча рычага

	Создаем новую деталь: FILE(Файл) → NEW(Создать) Выбираем: PART(Деталь) Тип: SOLID(Твердое тело) Имя: v_arm Шаблон: SOLID_PART_MMNS
	Model (Модель)→Shapes(Формы) →Extrude (Вытянуть) Установите выдавливание по обе стороны глубиной 6 мм.  <ПКМ> Define Internal Sketch (Задать внутренний эскиз). Выделяем FRONT-плоскость, как Плоскость эскиза. Нажимаем кнопку Sketch(Эскиз). Построить 2 круга (используйте четко определенные разные радиусы, диаметр пока что значения не имеет) Построить две линии (см.рис.). Сделайте линии касательными к кругам: Sketch(Эскиз) → Constrain (Закрепить) → Tangent(Касательно) Для каждого круга сделайте обе линии касательно. Для этого по очереди выберите круг и линию, которую вы хотите сделать касательной. В итоге должно получиться как на рисунке. Sketch(Эскиз) → Editing(Править)→ Delete Segment(Удалить Сегмент) Удалить неиспользуемые части линий и кругов.

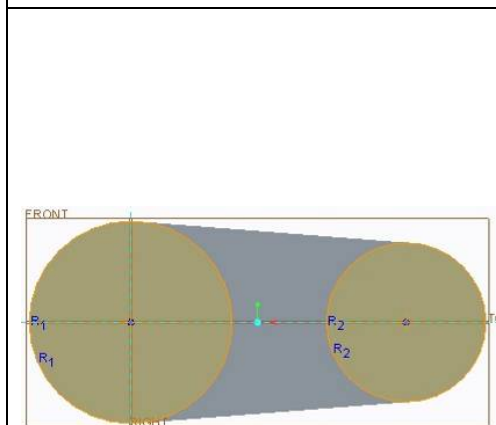
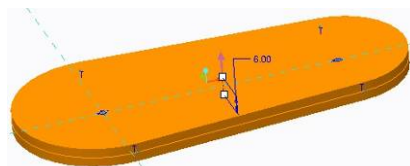


Исправьте значения размеров(см. рис.).

Если нет размера между центрами окружностей то:
Sketch(Эскиз)→Dimension(Размер)
→Normal(Нормаль) (указываем две точки центров окружностей, и далее средней кнопкой мыши указываем то место, где мы хотим разместить наш размер)

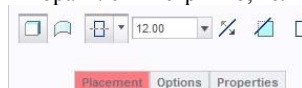
Sketch(Эскиз) → ОК(Готово)

Закончить выдавливание детали нажав



Утолщение цилиндрических концов.
Model (Модель)→Shapes(Формы)
→Extrude (Вытянуть)

Выбрать: симметрично, толщина 12.



<ПКМ> Задать внутренний эскиз.
Выбираем плоскость FRONT.

Построить две концентрические окружности с диаметрами, соответствующими внешним окружностям. Для этого:
Sketch(Эскиз) → Sketching(Создание Эскиза) → Circle(Окружность) → Concentric(Концентричный).
Выбрать кромку левого круга, сделать на нем двойной клик<ЛКМ> и после один клик средней кнопкой мышки (один раз для ссылки на

концентричность, второй – для подходящего радиуса, третий клик <СКМ> для окончания построения концентричного круга).

Так же сделать и для правого круга.

Эскиз >Готово

(SKETCH>OK)

и закончить элемент.

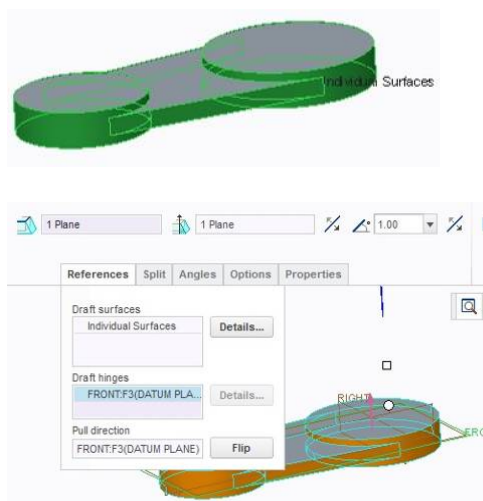


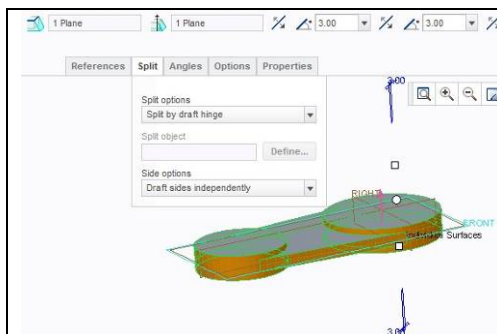
Теперь нам необходимо установить уклон на внешней стороне рукоятки. Нам следует определить:

- К каким поверхностям будет применен уклон?
- Нейтрали уклона.
- Функционально: в каком направлении направление выталкивания? (по умолчанию, либо перпендикулярно к нейтралям – если это запланировано).

Model (Модель) → Engineering (Проектирование) → Draft(Уклон)
Выберите все поверхности, как указано на рисунке (зажимая <Ctrl> выделяйте по очереди все боковые поверхности <ЛКМ>).

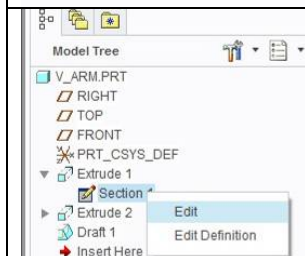
В качестве нейтрали наклона(Draft hinges) выберите плоскость FRONT.





Угол уклона у нас один и тот же, однако требуется создать уклон в двух противоположных направлениях. Поэтому мы устанавливаем разбиение по контуру поворота(вкладка Split, в меню Split options выбрать Split by draft hinge). Устанавливаем значения углов по 3°.

Закончим создание уклона нажав .



Мы допустили ошибку при вытягивании, использовали неправильное значение. Цилиндры значительно больше чем нужно!

Проверим:

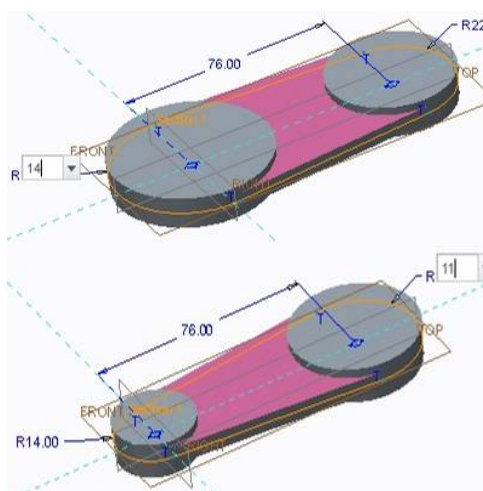
(ANALYSIS (Анализ) →

MEASURE(Измерение) →

DIAMETER(Диаметр)

Измерьте один из диаметров.

Что вы видите? Мы использовали значение радиуса вместо значения диаметра. Цилиндры вдвое больше требуемого размера!

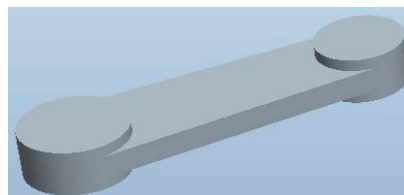


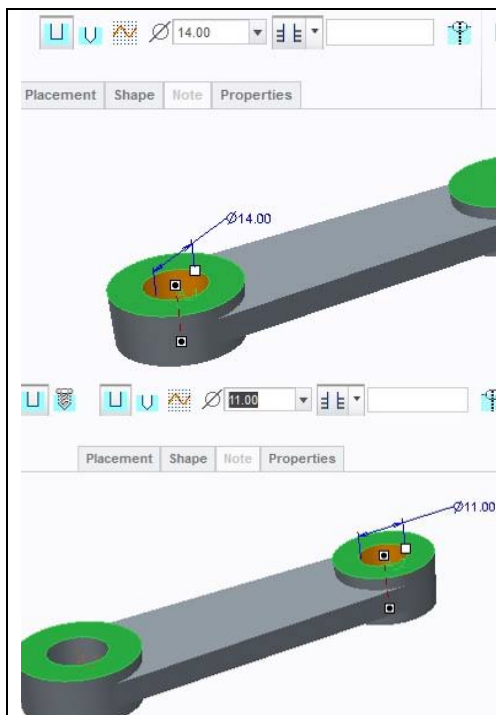
В дереве модели выберите Extrude1(Вытягивание 1), нажмите на нем правой кнопкой мышки, выберите пункт Edit(Править).

Двойной клик на радиусе 28, изменяем его на 14.

Двойной клик на радиусе 22, изменяем его на 11.

Ctrl + G – для регенерации детали.



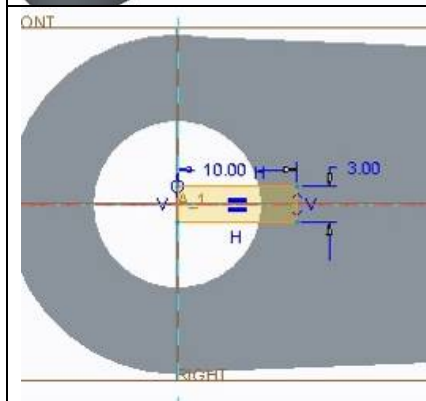


Сделаем коаксиальные (имеющие общую ось) отверстия в каждом цилиндре.

Выберем верхнюю плоскость и ось A_1 большого цилиндра (используя Ctrl). Диаметр отверстия 14, отверстие сквозное.

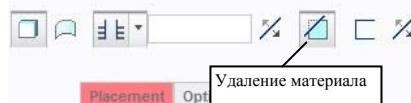
Выбираем верхнюю плоскость и ось A_2 меньшего цилиндра (используя Ctrl). Диаметр отверстия 11, отверстие сквозное.

Закончите построение нажав .

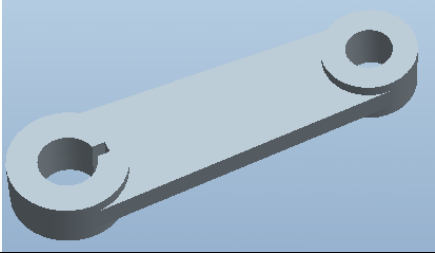


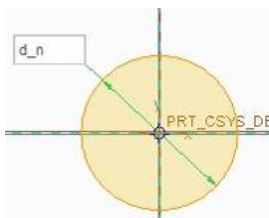
Шпоночный паз выполняется с помощью опции REMOVE MATERIAL (Удаление материала) в меню Extrude (Вытянуть). Для этого выбираем:

Model (Модель) → Shapes (Формы) → Extrude (Вытянуть). В появившейся панели меню выберем: Удалить материал, Насквозь.

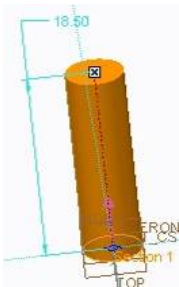
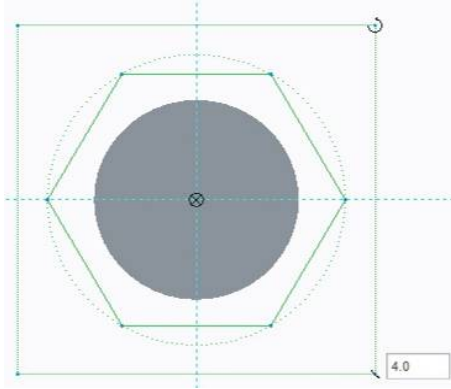
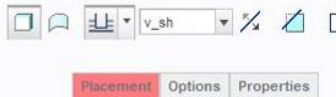
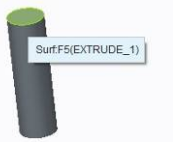


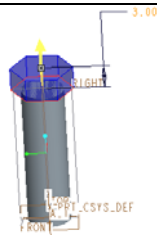
Переходим в режим эскиза, как плоскость эскиза выбираем верхнюю поверхность большого цилиндра. Строим осевую линию по направлению уже существующей горизонтальной геометрической

	осевой линии. (Sketch→Sketching→Centerline) Чертим прямоугольник 10 ×3. Заканчиваем черчение эскиза и элемент.
 A 3D perspective view of a mechanical part, likely a connecting rod or arm. It is a light blue color with a darker blue shadow. The part has a central rectangular body with two circular flanges at each end. The flanges have a central hole. The part is oriented diagonally.	Сохраним деталь v_arm (File(Файл) → Save(Сохранить)). File(Файл) →Manage Session → Erase Current (Стереть текущий), чтобы удалить файл с оперативной памяти.



Placement	Options	Properties
-----------	---------	------------

	Как видим длина шляпки стала равна 18.5мм.  Закончим построение элемента .
	Model (Модель)→Shapes(Формы) →Extrude (Вытянуть) Глубина вытягивания напомним v_sh.  Зайдем в эскиз нажав кнопку . Как плоскость эскиза выберем верхнюю поверхность ножки болта.  Sketch(Эскиз)→Sketching(Создать Эскиз)→ Palette(Палитра). В окне Sketcher Palette находим шестиугольник(6-Sided Hexagon). Выделяем его и удерживая <ЛКМ> вытягиваем его центром на пересечении опорных геометрических линий (следите за тем, чтобы центр шестиугольника был привязан к пересекающимся геометрическим линиям). Масштаб равен 4.

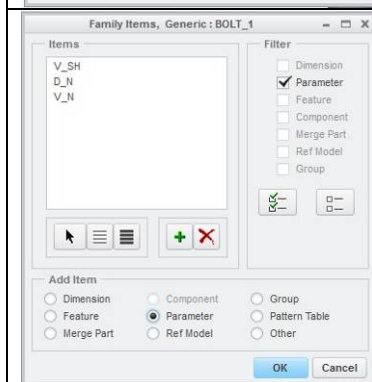
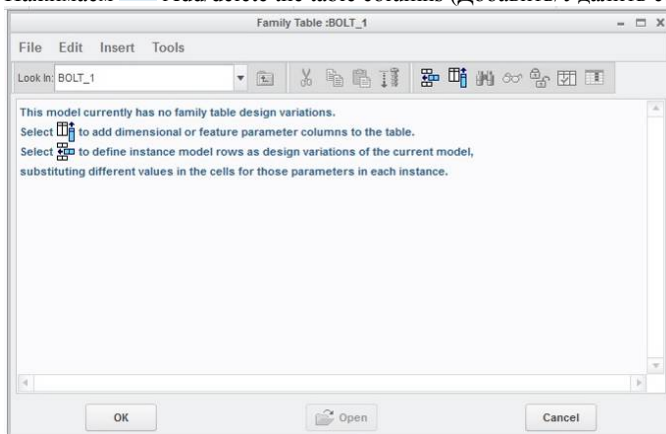


Закончим построение элемента .

Теперь создаем "family table" ("таблицу семейства"):

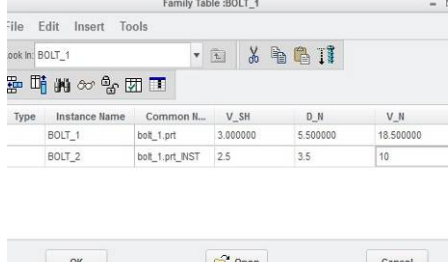
Tools(Инструменты) → Family table...(Таблица семейства...)

Нажимаем  Add/delete the table columns (Добавить/Удалить столбцы таблицы).

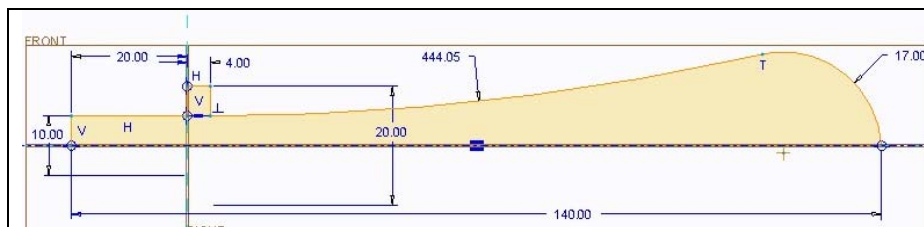


Выбираем Parameter (Параметр), в появившемся окне выбираем v_sh, d_n, v_n.

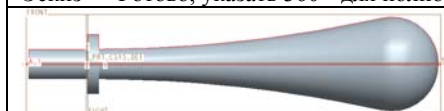
Нажимаем ОК.

 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Type</th> <th>Instance Name</th> <th>Common N...</th> <th>V_SH</th> <th>D_N</th> <th>V_N</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>BOLT_1</td> <td>bol_1.prt</td> <td>3.000000</td> <td>5.500000</td> <td>18.500000</td> </tr> <tr> <td></td> <td>BOLT_2</td> <td>bol_1.prt_INST</td> <td>2.5</td> <td>3.5</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	Type	Instance Name	Common N...	V_SH	D_N	V_N		BOLT_1	bol_1.prt	3.000000	5.500000	18.500000		BOLT_2	bol_1.prt_INST	2.5	3.5	10	Создаем 1 новую строку экземпляра. Insert(Вставить)→Instance Row(Строка экземпляра) (значения как на рисунке) Нажимаем ОК.
Type	Instance Name	Common N...	V_SH	D_N	V_N														
	BOLT_1	bol_1.prt	3.000000	5.500000	18.500000														
	BOLT_2	bol_1.prt_INST	2.5	3.5	10														
	Сохраним деталь: (File(Файл) → Save(Сохранить)). File(Файл) → Manage Session → Erase Current (Стереть текущий), чтобы удалить файл с оперативной памяти.																		

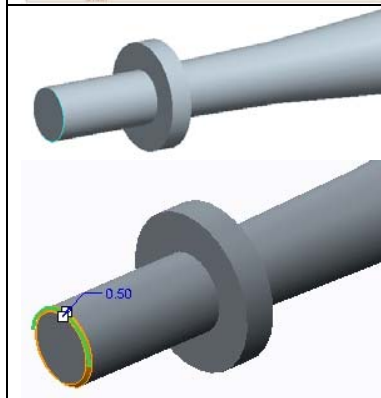
	Создаем ручку: FILE(Файл) → NEW(Создать) Выбираем: PART(Деталь) Тип: SOLID(Твердое тело) Имя: ruchka Шаблон: SOLID_PART_MMNS
Model (Модель)→Shapes(Формы) →Revolve(Вращать) <ПКМ> Define Internal Sketch (Задать внутренний эскиз) или кликните на иконке . Нарисуем центральную линию: <ПКМ> Axis of Revolution (Ось вращения). Дважды щелкнем на горизонтальной привязке. Важно: обязательно, чтобы эскиз был замкнутый. Далее, используя линию  Line ▾ и дугу  Arc ▾, начертите эскиз, как показано на рисунке.	



Эскиз → Готово, указать 360 ° для полного оборота.

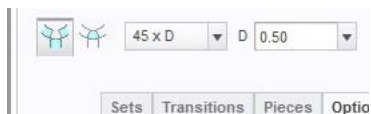


Закончите построение элемента, нажав



Model(Модель)→
Engineering(Проектирование) →
Chamfer (Фаска) → Edge Chamfer(Фаска
кромки) .

Установите параметры в диалоговой
панели такие, как показано на рисунке.



После укажите кромку.

Нажмите .



Сохраним деталь:
(File(Файл) → Save(Сохранить)).

File(Файл) → Manage Session → Erase
Current (Стереть текущий), чтобы
удалить файл с оперативной памяти.

Лабораторная работа № 8

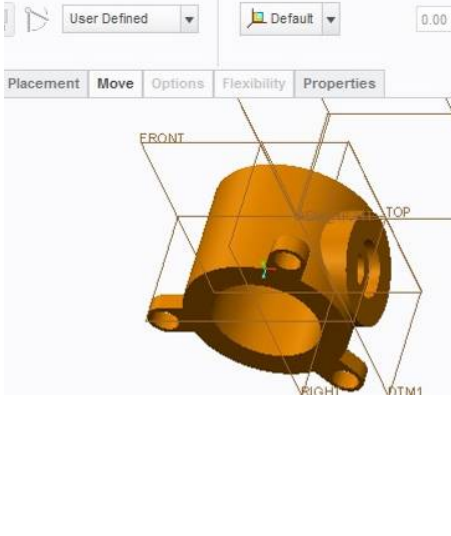
Сборка компонентов

В данной работе мы изучим, как создать сборку, используя автоматические привязки и первичные соединения. Сборка будет содержать как статические, так и динамические компоненты. Это позволит сделать сборку более реалистичной, и может использоваться для анализа движущихся частей изделия.

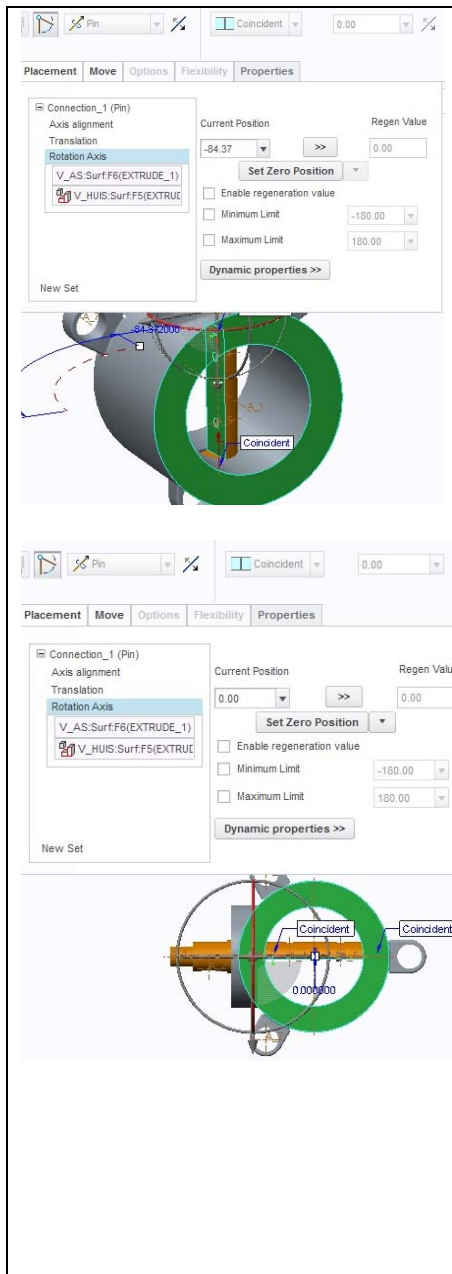
Создадим сборку клапана. Для этого будем использовать уже готовые компоненты, которые по очереди будем добавлять в общую сборку.

Для начала создадим новый сборочный файл:

Запустите Creo, File(Файл)→New(Создать); Type(Тип) – Assembly(Сборка); введите имя сборки – «assembly_valve».

	Добавим Основную часть клапана в сборку, используя привязку по умолчанию: Model(Модель)→Component(Компонент)→Assemble(Собрать) В окне Open(Открыть) выберите файл с деталью «v_huis» и нажмите Open(Открыть). В появившейся диалоговой панели выберите привязку «Default». (По умолчанию значит, что для размещения компонента в сборке используется Выравнивание его созданной по умолчанию системы координат с созданной по умолчанию системой координат сборки. Это важная деталь, которую необходимо соблюдать, потому что потом, при создании Механизма клапана, могут возникнуть проблемы.) Для завершения, на диалоговой панели
--	---

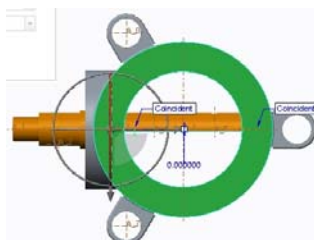
	нажмите . Добавим в сборку деталь Axis: Будем использовать первичное соединение Pin, которое позволит нам привести данную деталь в движение, т.е. деталь станет динамическим компонентом в сборке. Model(Модель)→Component(Компонент)→Assemble(Собрать). Или нажмите на иконку . В окне Open выбираем деталь «v_as». Используйте сочетание клавиш: - <Ctrl> + <Alt> + <СКМ> для вращения компонента; - <Ctrl> + <Alt> + <ПКМ> для перемещения компонента. На диалоговой панели размещения компонента выберите соединение Pin. Укажем Axis alignment (Осевое выравнивание), для этого выберем ось на вале и после на основной части клапана. (см. рис.) Далее в качестве ссылки Translation(Перемещения) укажем две плоскости на Axis и на Основной части, как показано на рисунке.
--	---



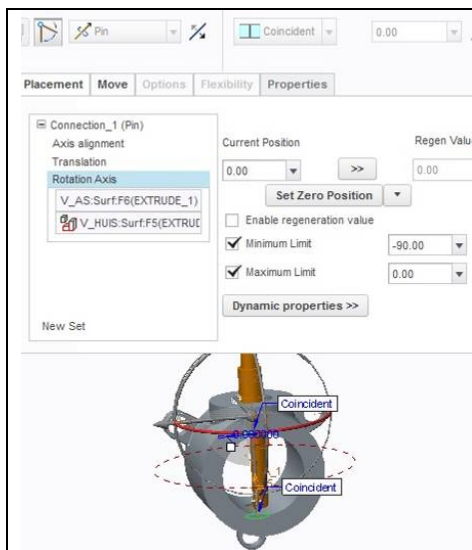
Для установления нулевого положения компонента необходимо:

Откройте вкладку Размещение и выберите Rotation Axis(Ось вращения). Задайте точку на Axis (на рисунке в виде красного крестика с кружочком по центру) и выберите поверхность на Основной части клапана (см.рис.).

На панели инструментов кликните  и выберите FRONT. Теперь вы смотрите на фронтальный вид сборки. Как видим Axis расположена не совсем ровно.



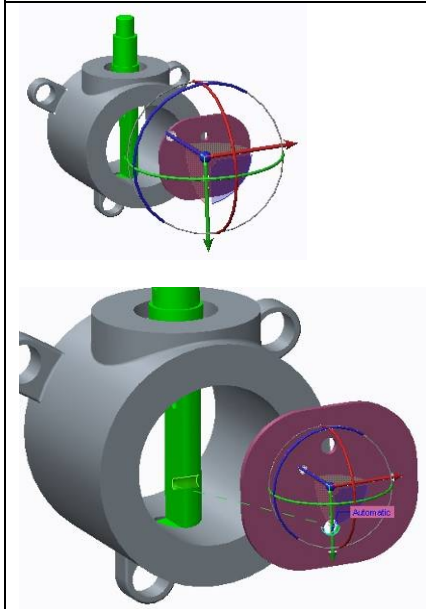
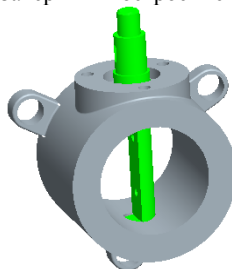
Изменяя Текущее положение на вкладке Размещение установим, чтобы Axis получилась так как показано на рисунке. Только после это нажмем кнопку Set Zero Position (Задать нулевое положение).



Установим параметры как показано на рисунке.

Попробуйте зажать маленький белый квадратик и перемещать его. Как видим перемещение вала не происходит в пределах 0 и -90, чего мы и добивались. Это нам нужно для создания механизма поворота ручки клапана.

Завершим построение .



Добавим в сборку Задвижку.

Model(Модель)→Component(Компонент)
→Assemble(Собрать)

Или нажмите на иконку .

В окне Open выбираем деталь «v_klep».

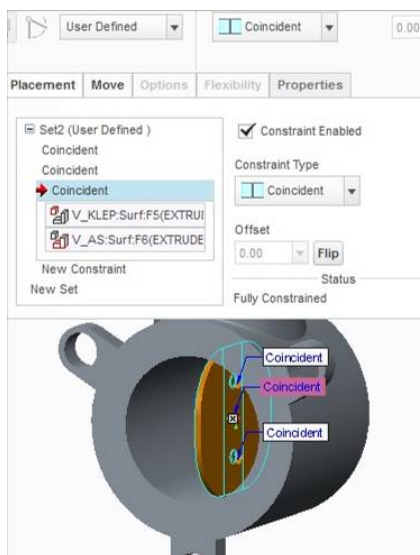
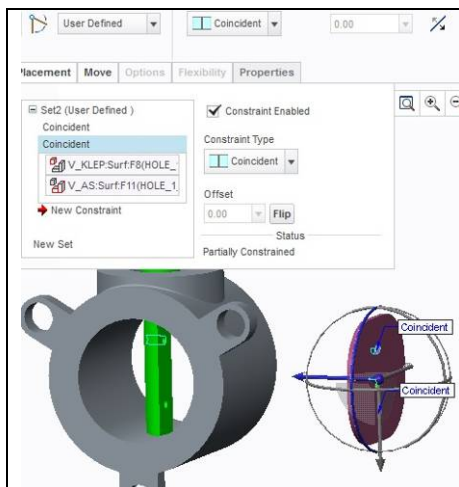
На появившейся диалоговой панели раскройте вкладку Placement (Размещение).

Используя <Ctrl> + <Alt> + <ПКМ> перетащите деталь в примерное положение как показано на рисунке.

И по очереди, выбираем внутренние поверхности отверстий Axis и Задвижки, которые показаны на рисунке.

Аналогично сделайте для второго отверстия.

Как видим система интерпретировала наши ссылки и в панели Placement(Размещение) появилось 2

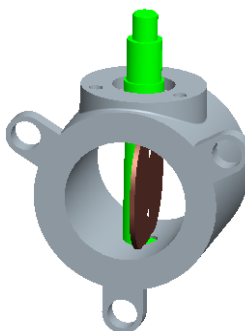


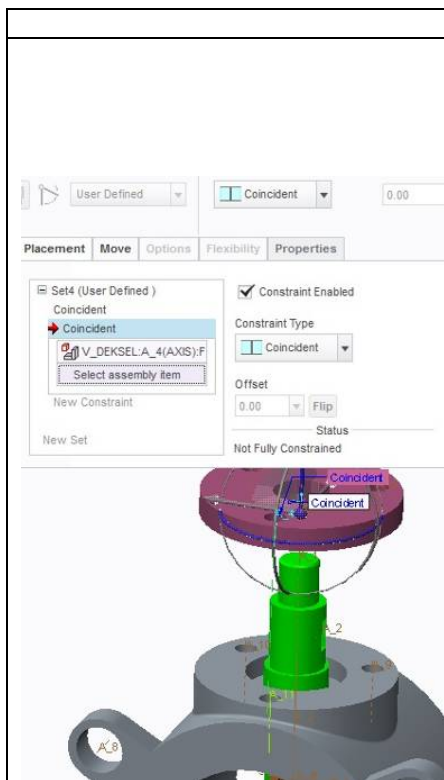
привязки Coincident(Совпадающий).

Используя <Ctrl> + <Alt> + <ПКМ>(или используйте компонент 3D-перемещение, для этого необходимо навести курсор мыши на стрелки или окружности, которые находятся вокруг болта и зажав <ЛКМ> перемещать в нужном направлении), попробуйте перетащить Задвижку, теперь она двигается только по оси (т.е. у нее осталась только одна степень свободы).

Для окончания сопряжения компонентов выберите две поверхности, как показано на рисунке. Как можно увидеть, система интерпретировала наши ссылки, и во вкладке Placement (Размещение) появилась новая привязка Coincident(Совпадающий).

Завершим построение .





Добавим в сборку Крышку клапана.

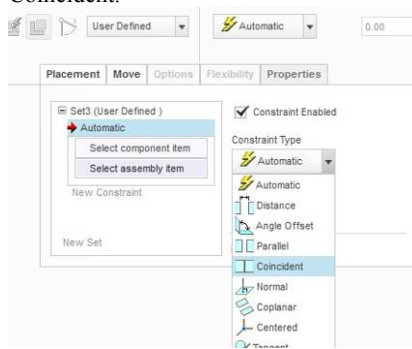
Model(Модель)→Component(Компонент)
→Assemble(Собрать)



Или нажмите на иконку .
В окне Open выбираем деталь
«v_deksel».

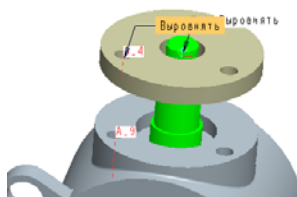
На появившейся диалоговой панели
раскройте вкладку Placement
(Размещение).

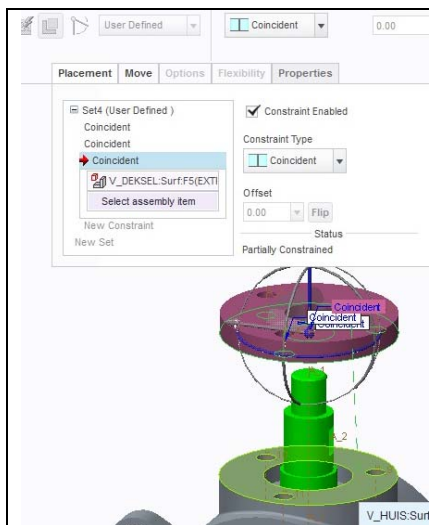
Выберите New Constraint (Новое
закрепление). Из меню Constraint Type –
Coincident.



Выбираем ось центрального отверстия
крышки и центральную ось большого
цилиндра основной части клапана .

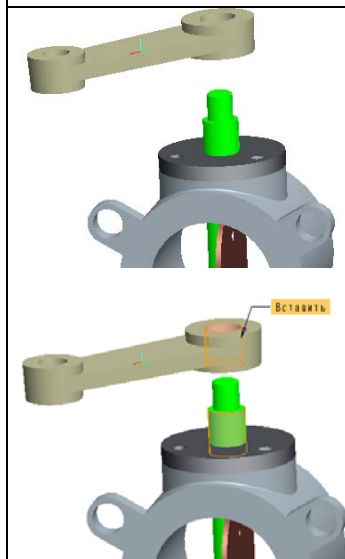
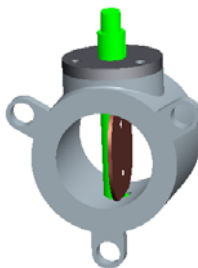
Аналогично выберите новое
закрепление, и укажите привязку для
одного из трех оставшихся отверстий.
(см.рис.)





В третий раз выберите Новое закрепление, Constrain Type – Coincident. Укажите поверхности как показано на рисунке.

Завершим построение .



Добавим в сборку Плечо.

На панели фичеров нажмите на иконку

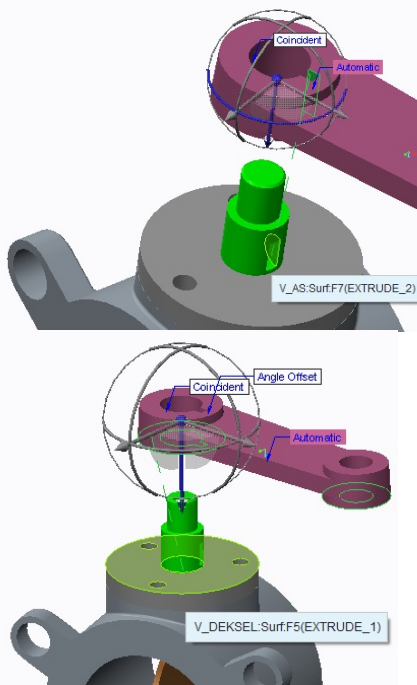


В окне Открыть выбираем деталь «v_arm».

Наведите курсор на появившуюся деталь, нажмите <Ctrl>+<Alt>+<ПКМ> и перетащите ее в примерное положение, как показано на рисунке.

Выберите две цилиндрические части как показано на рисунке.

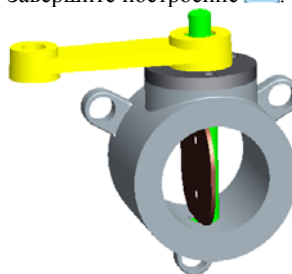
Нажмите <Ctrl> + <Alt> + <ПКМ> и попытайтесь перетащить модель. Теперь компонент может перемещаться только по оси (т.е. у него осталось одна степень свободы).



Далее, выберите две поверхности как показано на рисунке. Создалось еще одно закрепление Coincident.

Для окончательного сопряжения компонентов выберите две посадочные поверхности, как показано на рисунке. Система должна автоматически наложить привязку Coincident.

Завершите построение .



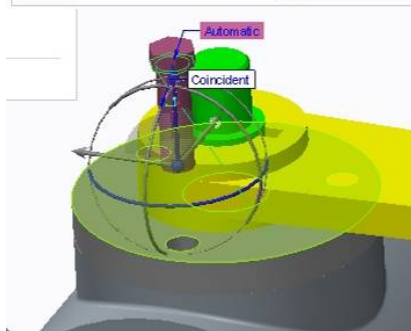
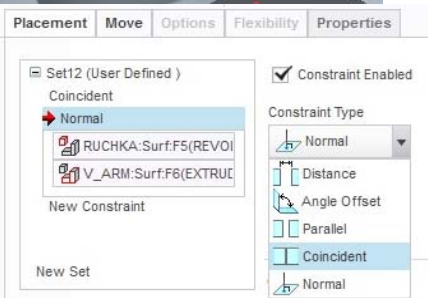
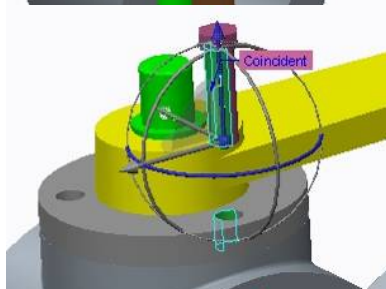
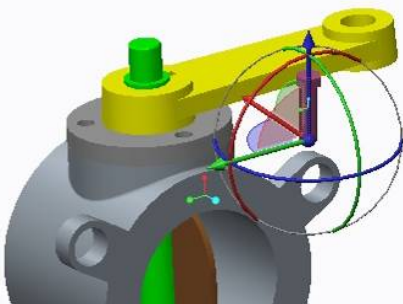
Добавим в сборку три болта:

На панели фичеров нажмите на иконку



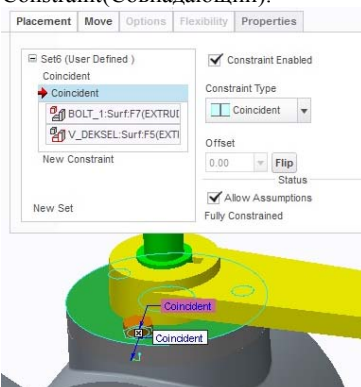
В окне Open выбираем деталь «bolt». В открывшемся окне выберите The generic (Родовой экземпляр) и нажмите Open.

Наведите курсор на появившуюся деталь, нажмите <Ctrl>+<Alt>+<ПКМ> (или используйте компонент 3D-перемещение, для этого необходимо навести курсор мыши на стрелки или окружности, которые находятся вокруг болта и зажав <ЛКМ> перемещать в нужном направлении) и перетащите ее в примерное положение, как показано на рисунке.



Выберите две цилиндрические поверхности как показано на рисунке. Система должна автоматически установить закрепление Constraint. Если вместо Constraint установилось другое сопряжение (например, Distance), то раскрыв список Constraint Type выберите нужное сопряжение.

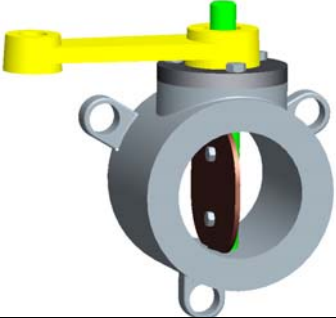
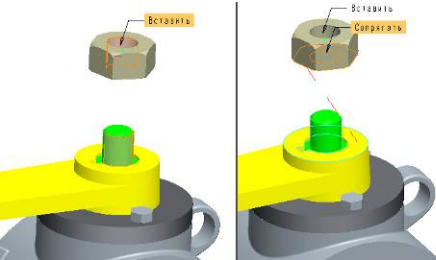
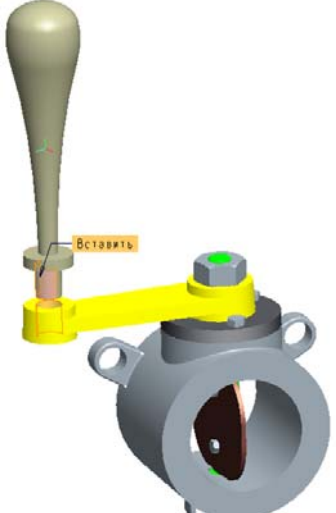
Для окончания сопряжения компонентов выберите две торцевые поверхности (см.рис.). Откройте вкладку Placement(Размещение), система должна определить закрепление как Constraint(Совпадающий).

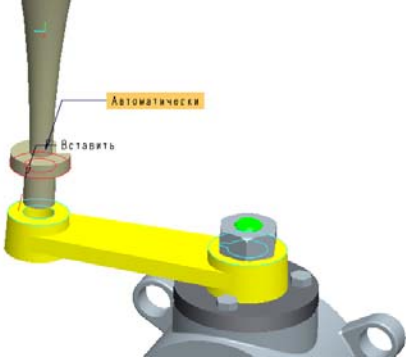
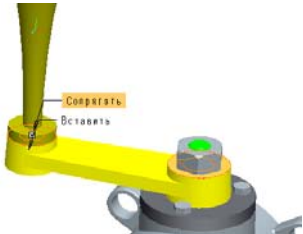
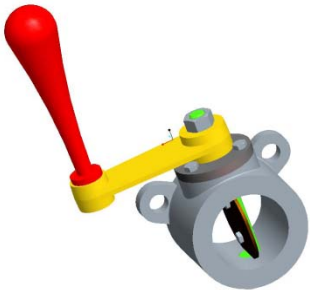


Завершите построение .

Аналогично добавьте в сборку еще 2 болта.



	Добавьте в сборку «bolt» по аналогии. Только в открывающемся окне «Select Instance» (Выбрать экземпляр), укажите вместо The generic(Родового) - BOLT_2. В итоге у вас должно получиться так, как показано на рисунке.
	Добавьте в сборку гайку. На панели фичеров нажмите на иконку . В окне Открыть выбираем деталь «v_ga». Используя компонент 3D-перемещение, перетащите ее в удобное, для сборки, положение. Укажите вначале две цилиндрические поверхности. После, для окончания сопряжения две торцевые поверхности. (см.рис.)
	Последний сборочный компонент, который нужно добавить в сборку – это Ручка. На панели фичеров нажмите на иконку . В окне Open выбираем «ручка». Используя компонент 3D-перемещение, перетащите ее приблизительно в положение, как показано на рисунке. Укажите две цилиндрические поверхности. Система должна автоматически установить закрепление Constraint. Для окончания сопряжения укажите две посадочные поверхности как показано на

	рисунке. Система автоматически должна распознать закрепление как Constraint. Если установилось другое сопряжение, то измените его на Constraint. Для завершения сопряжения нажмите . 
	Сохраните сборку.

Лабораторная работа № 9

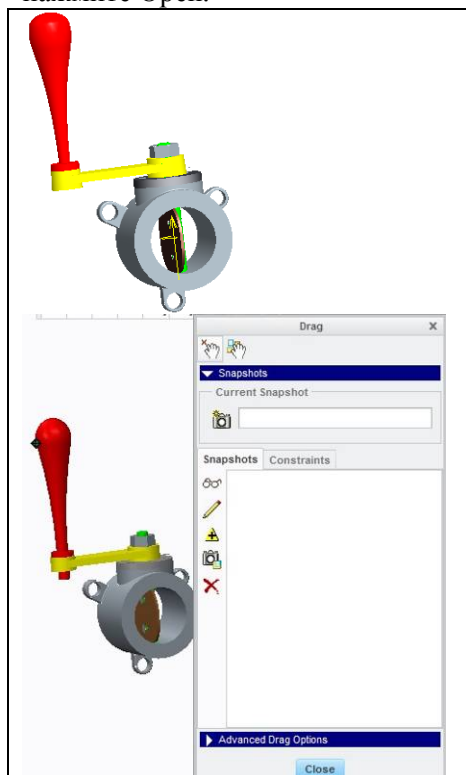
Создание механизма

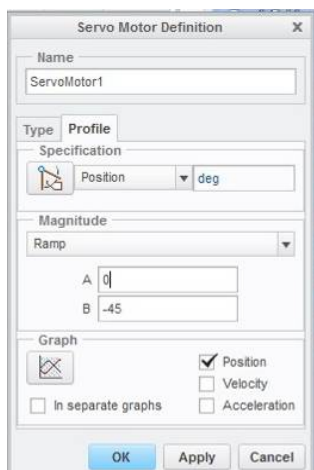
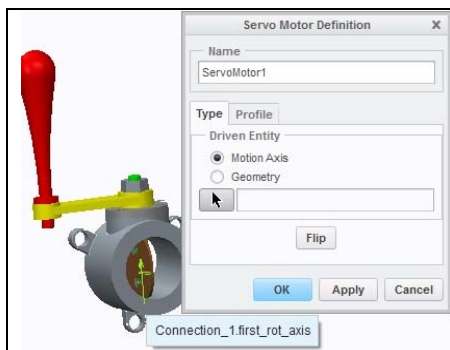
В данной работе мы изучим один из модулей Creo - Mechanism (Механизм). Рассмотрим работу с такими инструментами как: Двигать компоненты, Сервоприводы, Анализ механизма. Создадим анимацию движения клапана.

Откроем нашу сборку клапана:

File(Файл) → Open(Открыть)

В окне Open найдите сборку клапана «assembly_valve», нажмите Open.

	Перейдем в среду разработки механизма: Applications(Приложение) → Mechanism(Механизм) Как видим, появились новые окна и панели, которые помогут нам создавать анимацию сборки. Также появилась стрелка – направление движения и ось вращения. (см.рис.) На ленте инструментов View выключите отображение всех опорных элементов  Кликнем на иконку  (Drag components). Откроется окно Drag(Перетащить), в котором можно делать снимки и закрепления. Клацните <ЛКМ> на ручке сборки, появиться квадратик. Не зажимая кнопки мыши, попробуйте переместить ручку. Как видим, она перемещается на угол, который мы указывали при создании сборки. Чтобы выйти из режима перемещения, клацните еще раз <ЛКМ> и закроем окно Drag(Перетащить).
---	--



Создадим Сервопривод.

Нажмем на иконку .

Откроется окно Servo Motor Definition (Определение сервопривода). Кликните на стрелочку направления движения.

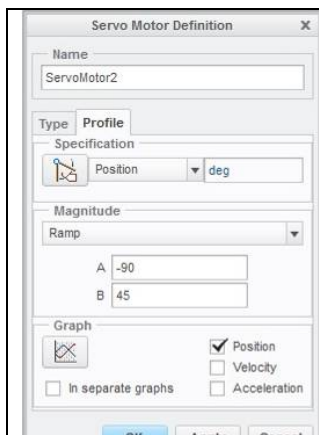
Окно станет выглядеть так, как показано на рисунке.



Перейдем на вкладку Profile(Профиль) и установим параметры такие, как показано на рисунке.

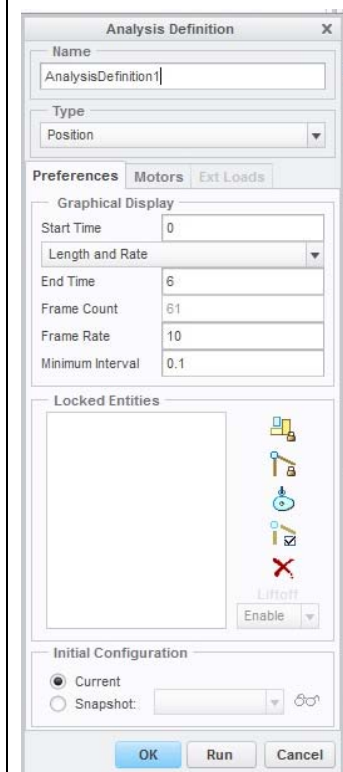
Нажимаем ОК.





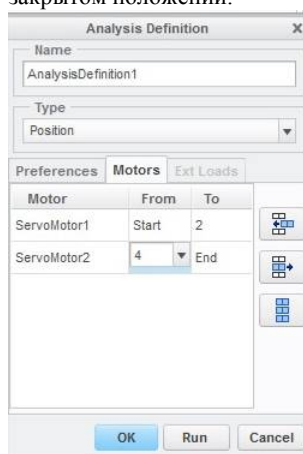
Аналогично создадим еще один сервопривод, только параметры укажите другие (см. рис.).

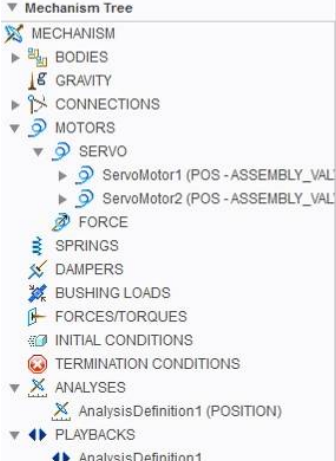
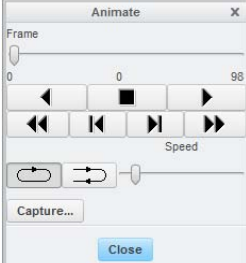
Нажимаем ОК.



Mechanism(Механизм) → Analysis(Анализ) → Mechanism Analysis (Анализ механизма)
Откроется окно Analysis Definition (Определение анализа).
Установите параметры, как показано на рисунке.

Перейдите на вкладку Motors(Приводы). Установите значения начала и окончания выполнения работы каждого привода, как показано на рисунке. Со 2 по 4 секунду происходит пауза, т.е. задержка клапана в закрытом положении.



	Чтобы посмотреть, как происходит движение клапана нажмите на кнопку Run (Выполнить). После, нажмите OK.
	Справа находится Mechanism Tree (Дерево механизма), в котором можно увидеть созданные Сервоприводы, Анализ движения. Их можно редактировать, для этого выделите то что хотите редактировать, кликните <ПКМ> и из списка выберите Edit Definition (Править определение).
	В дереве механизма раскройте PLAYBACKS(ПРОИГРЫВАНИЯ) и кликните <ПКМ> на AnalysisDefinition1, из выпадающего списка выберите Play(Проиграть). Откроется окно проигрывания, в котором можете просмотреть анимацию, регулировать скорость воспроизведения и записать анимацию в формате .mpg, с помощью кнопки Capture...(Захват...)

Требования к результату работ 1-9

После выполнения данных лабораторных работ студент должен владеть основными навыками создания 3D моделей изделий, понимать методику сопряжения компонентов и создания сборочной модели, уметь создавать механизмы. Понимать интерфейс Creo и владеть всеми основными инструментами среды Creo. После прохождения курса обучения основам моделирования в среде Creo студентом должно быть создано 10 результирующих файлов, а именно: 8 файлов с отдельными твердотельными частями клапана, один сборочный файл клапана и один файл созданного анализа механизма работы клапана.

Лабораторная работа № 10

Настройка среды проектирования Creo Parametric 2.0 средствами Creo TOOLKIT и Microsoft Express Visual C++ 10

Цель работы: ознакомиться с возможностями инструментария Creo TOOLKIT и создать тестовую программу которая будет создавать дополнительные пункты меню в панели инструментов Creo Parametric 2.0.

Выполнение работы

После написания программы необходимо выполнить следующую пошаговую инструкцию добавления пункта меню Tools->File-> Install Test

1. Проверить, что Creo TOOLKIT установлен. Для этого в Creo кликнула File → Help → System Information. В открывшемся окне INFORMATION WINDOW, в списке Configured Option Modules проверяем наличие пункта TOOLKIT.

2. Далее запустить Microsoft Express Visual C++

2.1 Выбрать File->New->Project, далее General и Makefile Project, вписать ProTOOLKITInstall в поле Name, запомнить путь до папки с проектом в поле Location и кликнуть ОК.

2.2 Next кнопка. Затем заполнить такие поля:

Build command line: `nmake /f make_install dll`

Clean commands: `nmake /f make_install dll_clean`

Rebuild comand line: `nmake /f make_install dll_clean`

Output (for debugging): `pt_inst_test.dll`

Include search path: [путь до папки Kreo]\protookit\includes. В случае если путь к папке *includes* имеет пробелы и длинные названия (более 8 символов), лучше всю папку *protookit* скопировать в другое место и указать путь уже туда.

2.3 Next кнопка. Проверить, чтоб была галочка - *Same as debug configuration*. Finish кнопка.

3. Выбрать **View->Solution Explorer** (если это окно закрыто)

4. Скопировать созданный файл `make_install` в папку с проектом и во вложенную папку (то есть в 2 папки).

5. Перейти обратно в студию. Перейти в **Project->Add Existing Item**, выбрать `make_install` (из вложенной папки проекта)

6. Двойной клик на добавленном файле в дереве и под надписью # Pro/Toolkit Source & Machine Loadpoint (EXTERNAL USE - DEFAULT) надо поменять значение `"../.."` на *[путь до папки Крео]\protoolkit* (без всяких кавычек и слэша в конце). Если название папки в пути длинное (больше 8 символов), то его можно сократить с использованием «~1», например название папки Program Files заменить на Progra~1, иначе программа будет выдавать ошибку.

Сохраниться.

7. Выбрать **Build->Build solution**

8. Найти внутри папки проекта файл `pt_inst_test.dll`. Создать рядом файл `protk.dat` и раскрыть его в блокноте.

8.1 Вписать туда:

```
name pt_inst_test
startup dll
exec_file pt_inst_test.dll
text_dir [Путь до папки Крео]\protoolkit\protk_appls\
pt_install_test
end
```

Сохранить.

9. Затем **Пуск->run** вписать `cmd` – Enter

9.1 В командной строке (рис. 10.1) *[Путь до папки Крео]\bin\protk_unlock [Путь до папки с pt_inst_test.dll]\pt_inst_test.dll* (именно до `dll`, а не до папки с проектом). Если работаете под User-ом, то скопируйте (а лучше изначально создавайте) весь проект на диске D->stud.

Подтверждением, что всё прошло успешно и Creo Parametric 2.0 разблокирована для внесения изменений, будет надпись типа: **Successfully unlocked application...**

10. ПКМ по ярлыку Creo Parametric 2.0 -> Properties и смотрим, какой путь к рабочей директории. Скидываем туда `protk.dat` и `pt_inst_test.dll`

11. Запускаем Creo Parametric 2.0. Если всё было выполнено правильно, то появиться пункт в меню **File->Install Test** (рис.10.2).

The screenshot shows a Windows XP desktop environment. On the left, a 'File Explorer' window is open, displaying the 'Common Folders' pane with options like 'In Session', 'Desktop', 'My Documents', 'Working Directory', 'Network Neighborhood', 'Manikin Library', and 'Favorites'. The main pane shows a folder structure with 'Data', 'Settings', 'Utilities', and 'TOOLKIT'. The 'Tools' menu is open, showing 'File', 'Help', and '-Install Test'. In the background, an Internet Explorer window is open, displaying an error message: 'Эта программа не может отобразить эту веб-страницу' (This program cannot display this web page). The error message lists possible reasons: 'Нет подключения к Интернету.' (No Internet connection.), 'На веб-узле возникли неполадки.' (There are problems on the web site.), and 'Возможно, сделана опечатка в адресе.' (There may be a typo in the address.). Below the error message, it says 'Попробуйте сделать следующее:' (Try the following:). The address bar shows 'http://www.ptc.com/partners/hardware/current/support.htm'.

Рисунок 10.2 – Новый пункт меню File->Install Test в панели инструментов

Создать программу под названием make_install, которая устанавливает пункт меню File->Install Test в панели инструментов Creo Parametric 2.0.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пархоменко А. В. Автоматизоване проектування електронних засобів в середовищах CREO та ALTIUM DESIGNER: Навчальний посібник.- 2-ге видання / А. В. Пархоменко, А. В. Притула, В. М. Кришук. – Запоріжжя : Дике поле, 2016. – 250 с.
2. Arras, Peter. Course BASIC MCAD. - Lessius, campus De Nayer 2011.- 276 pp.
3. Arras, Peter. Course MCAD Advanced. - Lessius, campus De Nayer, 2011. – 127 pp.
4. Creo Parametric. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: . http://www.pro-technologies.ru/product/Creo_Parametric/.
5. Shih, Randy H. Parametric Modeling with Creo Parametric 1.0 / Randy H.Shih. – SDC Publisher: Stepher Schroff, 2011. - 432 pp.
6. Минеев, М. А. Pro/Engineer Wildfire 2.0/3.0/4.0: самоучитель(+ DVD-ROM)/ М. А. Минеев. – М.: Наука и техника, 2008. – 352 с.
7. Разработка геометрических моделей и чертежей деталей на базе системы CAD/CAM Pro/Engineer. Часть 1. / под ред. В.А.Зубкова.- М.: МГИУ, 2008. - 216 с.
8. , Якунин В.И. Разработка геометрических моделей и чертежей деталей на базе системы CAD/CAM PRO ENGINEER: учебное пособие /В.И. Якунин, В.А. Зубков, В.Н. Тимофеев и др.- под редакцией В.А. Зубкова, Москва, 2008.- 217 с.