

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 03.06.2022 15:04:49
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра вычислительной техники



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

О.Г. Локтионова

2017 г.

СОЗДАНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ЧЕРТЕЖА В РЕЖИМЕ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПАРАМЕТРИЗАЦИИ В T-FLEX CAD

Методические указания по выполнению лабораторной работы
по дисциплине «Системы автоматизированного проектирования»
для студентов специальности 09.04.01 «Информатика
и вычислительная техника»

Курск 2017

УДК 004.92(942)

Составители: М.В. Бобырь, М.Ю. Лунева, А.С. Якушев

Рецензент

Доктор технических наук, профессор *И.В. Зотов*

1. Создание параметрического чертежа в режиме автоматической параметризации в T-Flex CAD: методические указания по выполнению лабораторной работы по дисциплине «Системы автоматизированного проектирования» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: М.В. Бобырь, М.Ю. Лунева, А.С. Якушев. – Курск, 2017. – 22 с.: ил. 27, табл.1. – Библиогр.: с.22.

Рассмотрены базовые понятия создания параметрического чертежа в режиме автоматической параметризации. Показан пример построения данного чертежа в программном продукте T-Flex CAD. В учебно-методической работе содержатся задания для выполнения практических работ.

Методические указания соответствуют требованиям программы дисциплины «Системы автоматизированного проектирования».

Предназначены для студентов специальности 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника» дневной и заочной форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 10.11.17 Формат 60x84 1/16.

Усл.печ. л. Уч.-изд. л. Тираж экз. Заказ 1845 Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

СОЗДАНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ЧЕРТЕЖА В РЕЖИМЕ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПАРАМЕТРИЗАЦИИ В T-FLEX CAD

1. Цель работы

Получение практических навыков по созданию параметрического чертежа в режиме автоматической параметризации в T-Flex CAD.

2. Основные теоретические положения

Параметрический чертеж (Параметрическое моделирование) — это технология, применяемая в проектах с зависимостями, которые представляют собой связи и ограничения, примененные к 2D и 3D геометрии.

Параметрическое моделирование существенно отличается от обычного двумерного черчения или трёхмерного моделирования. Конструктор в случае параметрического проектирования создаёт математическую модель объектов с параметрами, при изменении которых происходят изменения конфигурации детали, взаимные перемещения деталей в сборке и т. п.

Первые известные САПР с возможностью параметризации вышли в 1989 году. Первопроходцами были Pro/Engineer (трёхмерное твердотельное параметрическое моделирование) фирмы Parametric Technology Corporation и T-FLEX CAD (двумерное параметрическое моделирование) фирмы Топ Системы.

Различают *два* вида параметрического моделирования: *двумерное и трёхмерное*.

Двумерное параметрическое черчение и моделирование:

Параметризация двумерных чертежей обычно доступна в САД-системах среднего и тяжёлого классов. Однако ставка в этих системах сделана на трёхмерную технологию проектирования, и возможности параметризации двухмерных чертежей практически не используются. Параметрические САД-системы, ориентированные на двухмерное черчение (лёгкий класс), зачастую являются «урезанными» версиями более продвинутых САПР.

Трёхмерное твердотельное параметрическое моделирование:

Трёхмерное параметрическое моделирование является гораздо более эффективным (но и более сложным) инструментом, нежели двумерное параметрическое моделирование. В современных САПР среднего и тяжёлого классов наличие параметрической модели заложено в идеологию самих САПР. Существование параметрического описания объекта является базой для всего процесса проектирования.

Также различают *четыре* типа параметризации: *табличная, иерархическая, вариационная (размерная) и геометрическая.*

Табличная параметризация

Табличная параметризация заключается в создании таблицы параметров типовых деталей. Создание нового экземпляра детали производится путём выбора из таблицы типоразмеров. Возможности табличной параметризации весьма ограничены, поскольку задание произвольных новых значений параметров и геометрических отношений обычно невозможно.

Однако табличная параметризация находит широкое применение во всех параметрических САПР, поскольку позволяет существенно упростить и ускорить создание библиотек стандартных и типовых деталей, а также их применение в процессе конструкторского проектирования.

Иерархическая параметризация

Иерархическая параметризация (параметризация на основе истории построений) заключается в том, что в ходе построения модели вся последовательность построения отображается в отдельном окне в виде «древа построения». В нём перечислены все существующие в модели вспомогательные элементы, эскизы и выполненные операции в порядке их создания.

Помимо «древа построения» модели, система запоминает не только порядок её формирования, но и иерархию её элементов (отношения между элементами). Пример: сборки → под сборки → детали.

Параметризация на основе истории построений присутствует во всех САПР, использующих трёхмерное твердотельное параметрическое моделирование. Обычно такой тип параметрического моделирования сочетается с вариационной и/или геометрической параметризацией.

Вариационная (размерная) параметризация

Вариационная, или размерная, параметризация основана на построении эскизов (с наложением на объекты эскиза различных параметрических связей) и наложении пользователем ограничений в виде системы уравнений, определяющих зависимости между параметрами.

Процесс создания параметрической модели с использованием вариационной параметризации выглядит так:

- Создание эскиза (профиля) для трёхмерной операции с накладыванием необходимых параметрических связей.

- Затем на эскиз наносятся размеры, уточняются отдельные размеры профиля. На этом этапе отдельные размеры можно обозначить как переменные и задать зависимости других размеров от этих переменных в виде формул.

- Затем производится трёхмерная операция, значение атрибутов операции тоже служит параметром.

- В случае необходимости создания сборки взаимное положение компонентов сборки задаётся путём указания сопряжений между ними (совпадение, параллельность или перпендикулярность граней и рёбер, расположение объектов на расстоянии или под углом друг к другу и т. п.).

Вариационная параметризация позволяет легко изменять форму эскиза или величину параметров операций, что позволяет удобно модифицировать трёхмерную модель.

Геометрическая параметризация

Геометрической параметризацией называется параметрическое моделирование, при котором геометрия каждого параметрического объекта пересчитывается в зависимости от положения родительских объектов, его параметров и переменных.

Геометрическая параметризация позволяет более гибко редактировать модели. Если надо внести незапланированное изменение, то в геометрии модели не обязательно удалять исходные линии построения, — можно провести новую линию построения и перенести на неё линию изображения.

Во многих программах для проектирования есть режим автопараметризации параметрического чертежа. В режиме автопараметризации эскиза вместо набора линий с узлами в свободных координатах автоматически создается параметрическая

модель с применением линий построения. Система самостоятельно подкладывает необходимые линии построения под создаваемые элементы изображения. Типы геометрических связей (параллельность, касание, горизонталь/вертикаль, середина линии и т.д.) автоматически берутся по типу использованной объектной привязки. Принимаются во внимание и такие параметры, как расстояния, длины, углы и т.п., которые пользователь задавал при создании элементов.

3. Построение параметрического чертежа в режиме автоматической параметризации в T-Flex CAD

Для выполнения лабораторной работы №3 используется чертеж из лабораторных работ №1 и №2 последовательность построений будет совпадать.

При работе в режиме автоматической параметризации мы будем создавать только линии изображения (как при построении эскиза). А система автоматически будет “подкладывать” под них узлы и линии построения с параметрическими связями. Какие построения создавать и какими зависимостями их связывать, система определяет на основе используемых пользователем привязок и параметров, заданных в окне свойств команды при создании линий эскиза.

Вызовите команду «SK: Создать эскиз». Проверьте, чтобы были включены следующие привязки (рис.1):

	Точка на линии построения
	Середина линии изображения
	Горизонталь/вертикаль
	Перпендикуляр
	Пересечение линий изображения
	Горизонтальная/вертикальная касательная

Рис.1 Необходимые привязки для выполнения лабораторной работы

Для создания параметрического чертежа необходимо, чтобы в системе был включён режим автоматической параметризации. Данный режим включается пиктограммой на панели «Вид» (рис.2):

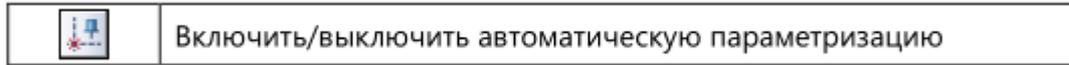


Рис.2 Включение режима автоматической параметризации

Начнём с создания главного вида плиты. Включите в автоменю команды (если это необходимо) опцию создания отрезка . Постройте первую точку отрезка, соответствующую правому нижнему углу главного вида плиты. Обратите внимание, что в месте клика создан не свободный узел, как в режиме создания обычного эскиза, а две пересекающиеся прямые (вертикальная и горизонтальная) и узел на их пересечении.

Для второго узла отрезка в окне свойств задайте смещение по оси Y (100) (рис.3). Курсор станет перемещаться по вспомогательной горизонтальной прямой. Подведите его к вертикальной линии построения, проходящей через первый узел отрезка. Когда сработает привязка к этой линии построения («Прямая 0x1000003»), нажмите  (рис.3).

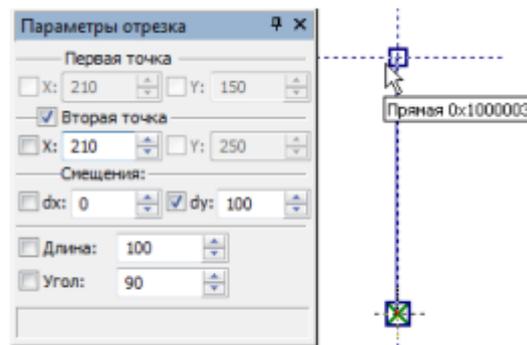


Рис.3 Установка свойств смещения по оси Y и привязка к линии построения

В результате второй узел созданного отрезка также будет построен как связанный. Он будет лежать на пересечении вертикальной прямой, созданной при построении первого узла, и прямой, параллельной горизонтальной прямой первого узла.

Обратите внимание, что при выборе привязки система может предложить сначала не привязку к прямой, а вертикальную привязку к первому узлу отрезка (порядок показа привязок определяется настройками в команде «SO: Задать установки системы»). Для выбора нужной привязки сделайте следующее: задержите курсор в месте подхвата привязки. Через некоторое время курсор примет другую форму: рядом с ним появится значок и подсказка, в которой будет указано общее количество найденных в этой точке объектных привязок. При помощи колеса мыши можно перебирать эти привязки. Точно также можно выбирать нужную привязку из списка возможных в данной точке и при дальнейших построениях (рис.4).

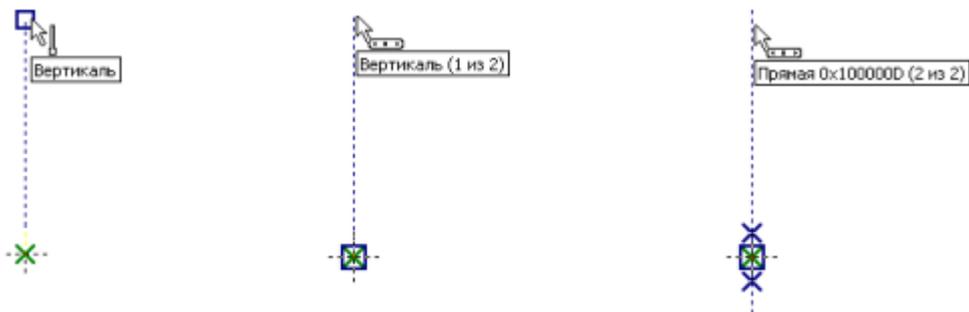


Рис.4 Выбор привязки

Постройте второй, горизонтальный отрезок длиной 150. При построении задайте требуемое смещение по оси X и опять используйте привязку к прямой (рис.5).

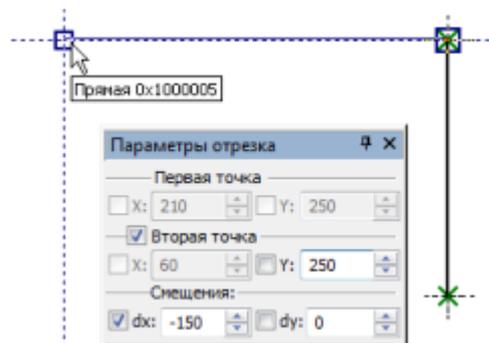


Рис.5 Построение горизонтального отрезка

Если всё сделать правильно, то созданный отрезок будет лежать на прямой, созданной при построении второго узла предыдущего отрезка. А второй узел данного отрезка будет построен как лежащий

на пересечении той же прямой и новой прямой, которая будет параллельна самой первой вертикальной прямой.

Третий отрезок, снова вертикальный, строится с привязкой сразу к двум уже существующим прямым (рис.6).

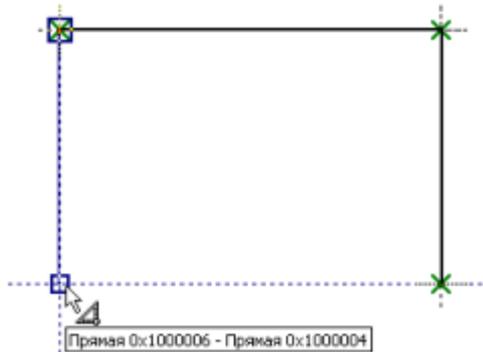


Рис.6 Построение третьего отрезка

Четвёртый отрезок должен замкнуть контур нашего прямоугольника. Затем переместите курсор вправо до первого созданного узла, о чем также сообщит специальный знак и динамическая подсказка, и нажмите  (рис.7). Таким образом, основа главного вида детали готова.

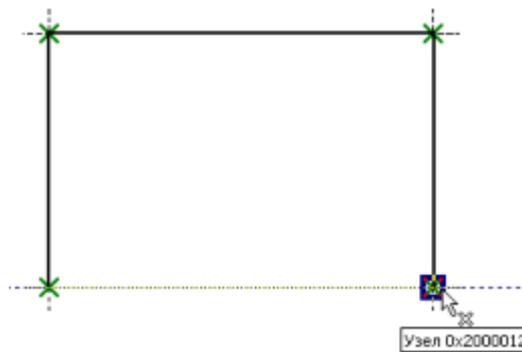


Рис.7 Построение четвертой линии

Обратите внимание, что в результате мы получили тот же чертёж, что и при построении параметрического чертежа обычным способом (как было описано в первом разделе данной главы). Как и при создании эскиза, для перехода к созданию скругления необходимо выйти из режима непрерывного ввода линий (при помощи ) (рис.8).



Рис.8 Основа главного вида детали

Для создания скругления воспользуемся опцией . После вызова опции в окне свойств задайте радиус скругления 31. Затем выберите два отрезка, на пересечении которых необходимо построить скругление (верхний и крайний правый отрезки плиты) либо узел (вершину прямоугольника) на их пересечении. В результате будет построена линия изображения – дуга окружности с «подложенной» под неё линией построения-окружностью. Как и при создании обычного эскиза, лишние части скруглённых отрезков будут автоматически обрезаны (рис.9).

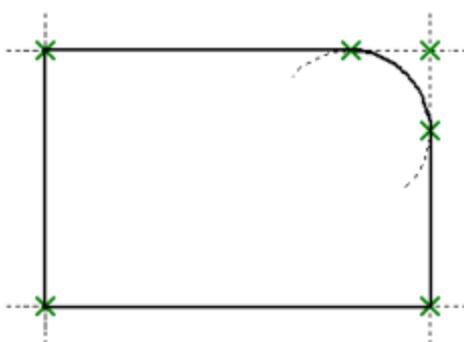


Рис.9 Построение скругления

Далее создадим изображение конического отверстия.

Начнём с создания осей. Для построения осей снова включите опцию . В системной панели или в параметрах линии изображения (опция ) установите тип линии «Осевая».

Переместите курсор к середине левого отрезка изображения главного вида плиты. Постройте первый узел оси с помощью привязки к середине отрезка. Переместите курсор по горизонтали к правому отрезку изображения и остановите его на пересечении двух

прямых, как показано на рисунке. Нажмите . Созданный отрезок будет лежать на прямой, делящей отрезок (левую сторону главного вида) в отношении 0.5 (рис.10).

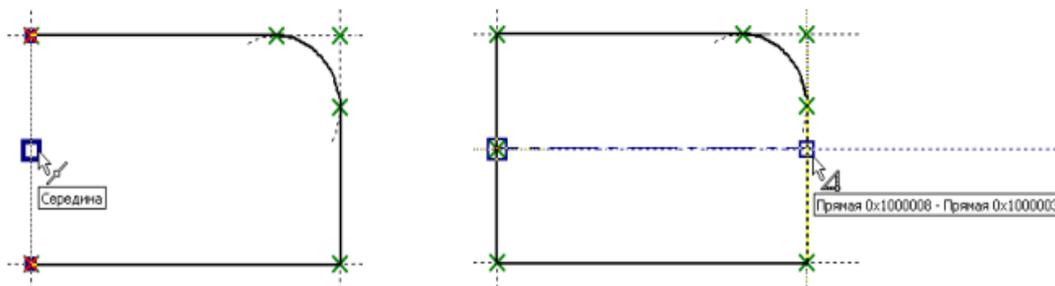


Рис.10 Построение горизонтальной осевой линии

Аналогично постройте вертикальную осевую линию (рис.11).

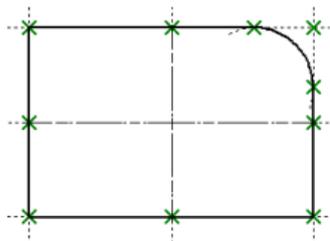


Рис. 11 Построение вертикальной осевой линии

Теперь создадим окружности. Снова установите основной тип линии изображения. Затем выберите опцию . Переместите курсор к пересечению осевых линий, дождитесь появления подсказки о возможности привязки к двум пересекающимся прямым. Нажмите в этом месте  (рис.12). На экране появится динамически перемещаемая окружность.

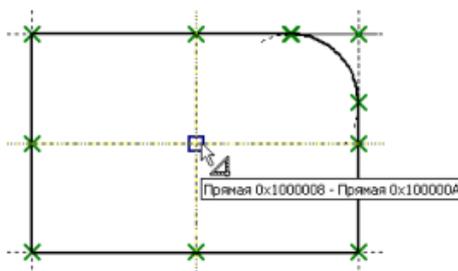


Рис.12 Точка пересечения осевых линий для построения окружностей

В окне свойств установите значение радиуса малой окружности конического отверстия – 25 и нажмите  или кнопку [Enter]. Аналогично постройте вторую окружность с радиусом 35.

Обратите внимание, что в результате построены не просто свободные линии изображения-окружности. Система построила их как лежащие на линиях построения-окружностях (рис. 13).

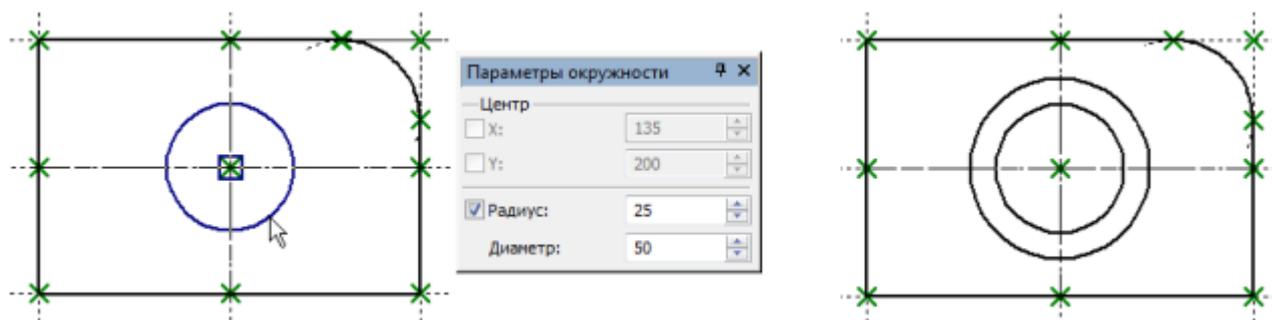


Рис.13 Построение двух окружностей

Теперь построим вид слева. Для этого снова включите режим создания отрезков (опция ). Если система предложит строить отрезок от последнего созданного узла, откажитесь с помощью . Переместите курсор в правую часть чертежа и установите его так, чтобы поддерживалась привязка к верхней прямой главного вида чертежа (рис.14).

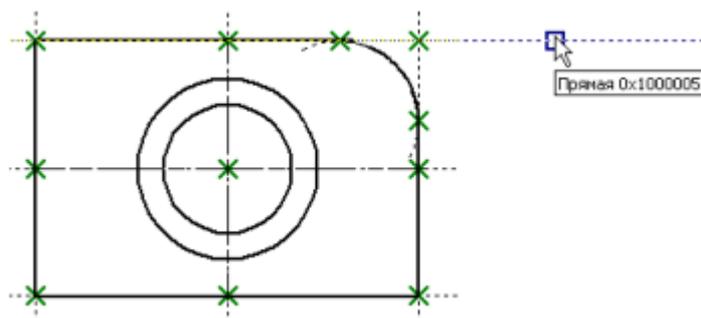


Рис.14 Построение первого узла вида слева

Нажмите в этом месте . Первый узел нового отрезка будет построен как лежащий на выбранной линии построения.

Переместите курсор по горизонтали вправо. В окне свойств установите смещение второй точки по оси X – 35. Затем переместите курсор так, чтобы сработала привязка к верхней прямой главного вида. Нажмите . В результате второй узел отрезка также будет

лежать на верхней прямой главного вида, на расстоянии 35 от первого узла (рис.15).

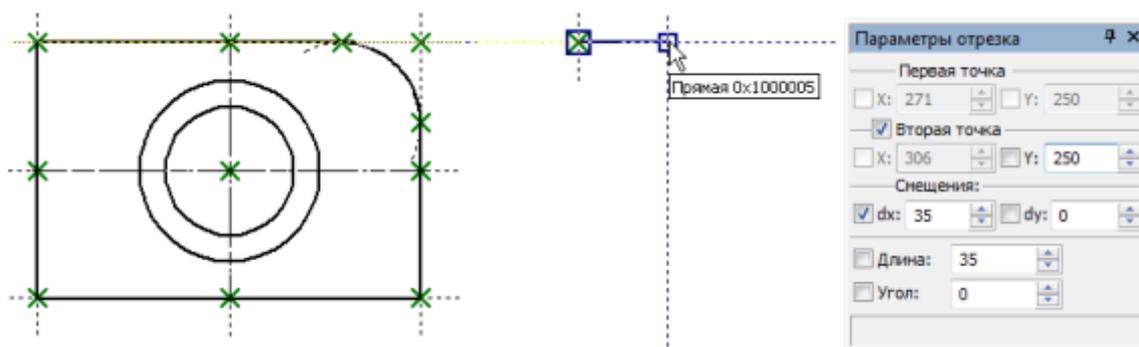


Рис.15 Построение второго узла вида слева

Далее переместите курсор вниз по вертикали к последнему созданному узлу, пока на экране не появится привязка к двум прямым (рис. 16).

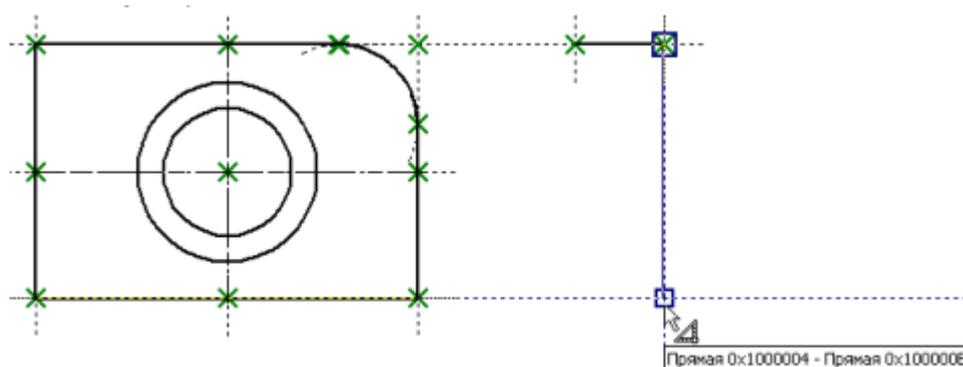


Рис.16 Привязка к двум прямым

Нажмите  и переместите курсор влево до привязки к двум другим прямым (рис.17).

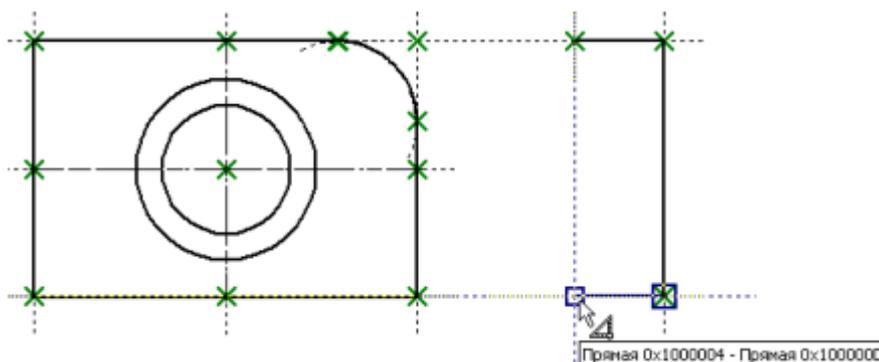


Рис.17 Построение четвертого узла с привязкой к двум линиям

Нажмите . Теперь замкните созданные линии изображения, переместив курсор в первый созданный узел данного вида, и нажмите , затем  (для сброса режима непрерывного ввода линий).

Затем создадим на виде слева линии, принадлежащие коническому отверстию. Подведите курсор к правому отрезку вида слева, и перемещайте его вдоль этого отрезка, пока не установится связь с прямой под этим отрезком и с большей окружностью. В этом месте нажмите  (рис.18).

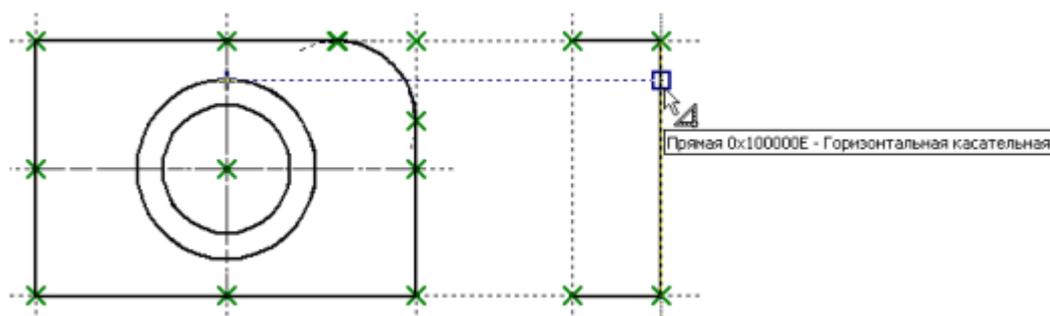


Рис.18 Построение линий конического отверстия: Привязка к большому отверстию

Переместите курсор к левому отрезку этого же вида таким образом, чтобы установилась связь с малой окружностью и прямой под этим отрезком. Нажмите  (Ри.19).

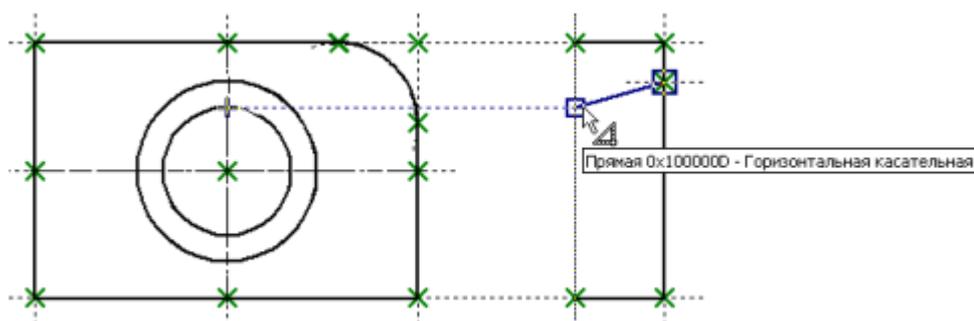


Рис.19 Построение линий конического отверстия: Привязка к малому отверстию

В итоге будет создан отрезок. Линии построения под самим отрезком не будет. Однако каждый узел отрезка будет построен как узел на пересечении выбранной прямой и прямой, касательной к окружности.

Далее таким же образом постройте нижнюю линию конического отверстия. Затем создайте осевую линию, привязываясь к серединам боковых сторон вида слева. Не забудьте при этом установить штрихпунктирный тип линии в параметрах линии изображения (опция ) или в системной панели (рис.20).

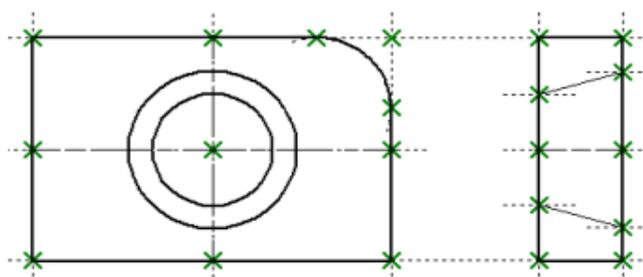


Рис.20 Построение второй линии конического отверстия и осевой линии

Перейдем к созданию вида сверху. Строить его мы немного иначе, чем при создании просто эскиза. Мы не будем использовать опцию построения параллельного отрезка. Сейчас практической необходимости в задании именно такого отношения нет. В режиме автоматической параметризации при использовании этой опции система будет пытаться создать под отрезком линию построения как прямую, параллельную прямой под другим отрезком. В результате образуются ненужные нам связи. Поэтому продолжим работу с опцией .

Примечание: Не забудьте после завершения создания осевой линии установить основной тип линии (в параметрах линии изображения или в системной панели).

Переместите курсор в область чертежа под главным видом таким образом, чтобы образовалась нужная связь с прямой главного вида. Нажмите . Будет создан первый узел отрезка как лежащий на пересечении прямой главного вида и горизонтальной прямой (рис. 21).

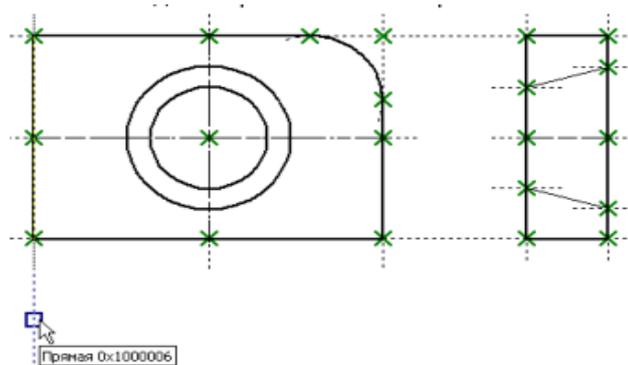


Рис.21 Создание первого узла вида сверху

Далее переместите курсор вправо до нахождения привязки к другой прямой главного вида. Снова нажмите . Мы создали верхний отрезок вида сверху (рис. 22).

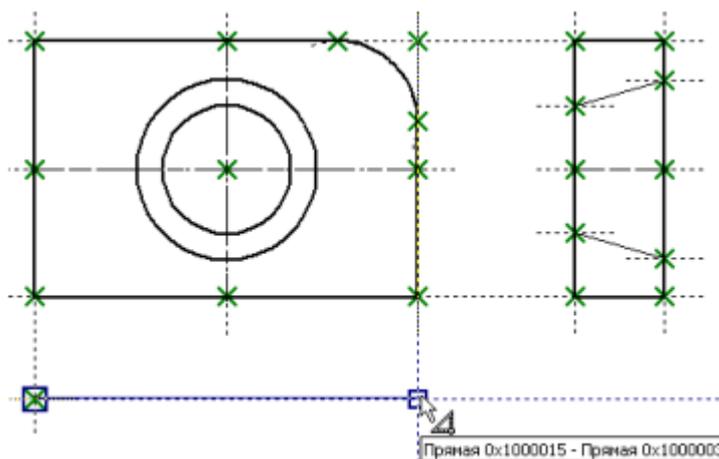


Рис.22 Построение верхнего отрезка вида сверху

Дальше нам придётся временно выйти из команды создания эскиза. Дело в том, что обычными средствами автоматической параметризации невозможно создать связь между видом слева и видом сверху. Т.е. нельзя связать между собой ширину вида слева с высотой вида сверху. Добиться такой связи можно только различными вспомогательными средствами (заданием переменных в качестве параметров создаваемых отрезков, например). Но мы просто воспользуемся командой «**L: Построить прямую**» и построим вспомогательную прямую под углом 45 градусов к граничным линиям вида слева и вида сверху (так же, как мы это делали при обычном создании параметрического чертежа).

Итак, вызовите команду «**L: Построить прямую**». С помощью опции  постройте прямую – ось симметрии между левой вертикальной прямой вида слева и горизонтальной прямой вида сверху. Поставьте курсор в точку пересечения созданной прямой и правой вертикальной прямой вида слева, и нажмите клавишу <Пробел> (рис. 23).

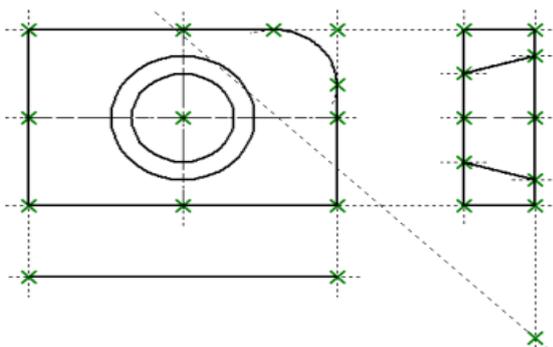


Рис.23 Построение оси симметрии между левой вертикальной прямой вида слева и горизонтальной прямой вида сверху

После этого снова надо вызвать команду «**SK: Создать эскиз**». Построим следующий отрезок вида сверху. В качестве первого его узла выберите конечный узел последнего созданного отрезка. Затем переместите курсор до нахождения пересечения прямой и горизонтали к узлу, как показано на рисунке. Зафиксируйте найденную точку нажатием  (рис. 24).

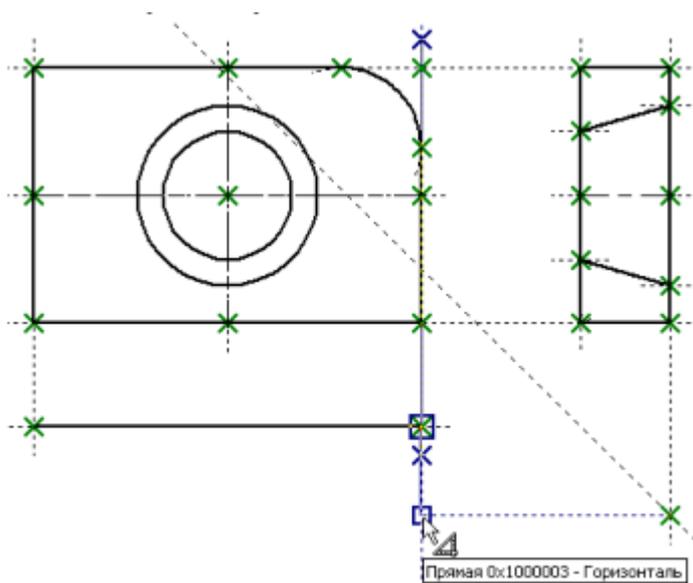


Рис.24 Построение следующего отрезка вида сверху

Следующий отрезок строится при помощи привязки к двум прямым (рис.25).

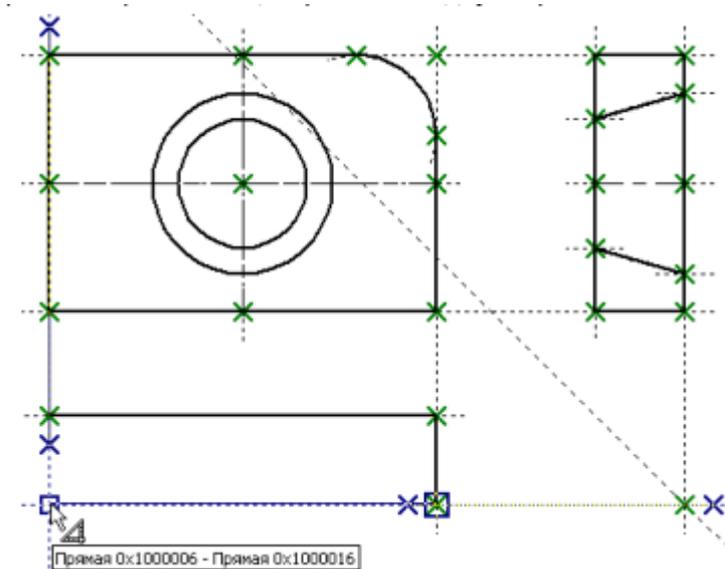


Рис.25 Построение отрезка через привязку к двум прямым

Далее необходимо замкнуть созданные линии изображения вида сверху, переместив курсор в первый созданный узел данного вида, и нажав , затем  (для сброса режима непрерывного ввода линий).

Создайте осевую линию и линии, определяющие коническое отверстие (точно так же, как на виде слева) (рис.26).

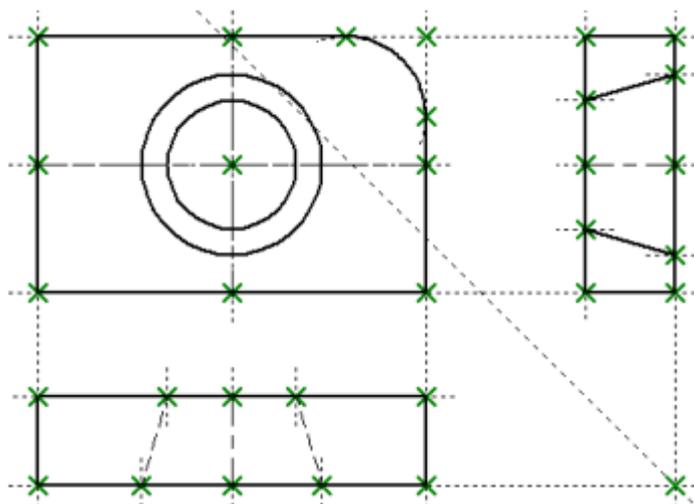


Рис. 26 Построение осевой линии и линий, определяющих коническое отверстие

Штриховку на виде слева и размеры создайте точно так же, как и в лабораторных № 1 и № 2.

На этом создание параметрического чертежа в режиме автоматической параметризации закончено. В дальнейшем такой чертёж будет вести себя как обычный параметрический.

Для проверки подведите курсор к отрезку, образующему левую границу главного вида, и нажмите . Будет запущена команда редактирования выбранной линии изображения. Если нажать  на линии ещё раз, система автоматически войдёт в команду редактирования линии построения, лежащей под данной линией изображения. Подвигайте прямую, задайте новое положение с помощью . Ширина главного вида плиты должна автоматически измениться. Кроме того, должен измениться и вид сверху, ведь он был построен с привязкой к прямому виду спереди (рис. 27).

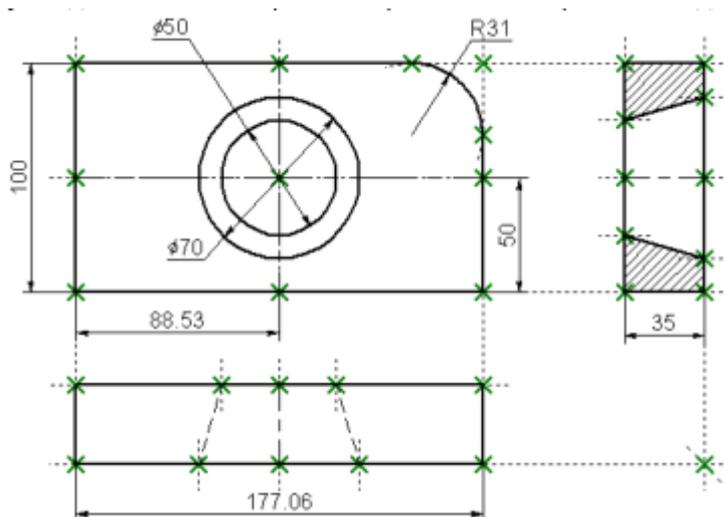


Рис. 27 Параметрический чертёж плиты со сквозным коническим отверстием

Аналогично попробуйте отредактировать положение правой границы главного вида. В этом случае будет перемещаться весь чертёж плиты. Попробуйте то же с другими элементами чертежа, включая окружности. При перемещении элементов построения будут меняться размеры и форма плиты, сохраняя заданные при построении отношения.

4. Задания для создания параметрического чертежа

Ниже располагаются варианты для создания студентом параметрического чертежа. Вариант назначает преподаватель.

Таблица 1

Варианты заданий для построения параметрического чертежа

№ п/п	Количество скруглений углов плиты и место расположения скругления	Размер плиты (ширина x длина)	Толщина плиты
1	2(два верхних угла)	110 x 140	20
2	2 (два нижних угла)	120 x 160	21
3	2 (правый верхний и нижний правый)	130 x 150	22
4	2(левый верхний и левый нижний)	140 x 170	23
5	2 (левый верхний и правый нижний)	100 x 140	24
6	2(правый верхний и левый нижний)	120 x 170	25
7	2(два верхних угла)	150 x 170	26
8	2 (два нижних угла)	130 x 170	27
9	2 (правый верхний и нижний правый)	140 x 150	28
10	2(левый верхний и левый нижний)	140 x 130	29
11	2 (левый верхний и правый нижний)	170 x 120	30
12	2(правый верхний и левый нижний)	120 x 165	31
13	2(два верхних угла)	115 x 145	32

Продолжение таблицы 1

Варианты заданий для построения параметрического чертежа

14	2 (два нижних угла)	135 x 175	33
15	2 (правый верхний и нижний правый)	125 x 155	34
16	2(левый верхний и левый нижний)	115 x 155	35
17	2 (левый верхний и правый нижний)	135 x 155	36
18	2(правый верхний и левый нижний)	125 x 175	37
19	2 (правый верхний и нижний правый)	105 x 145	38
20	2(левый верхний и левый нижний)	110 x 165	39

5. Контрольные вопросы

1. Что такое параметрический чертеж?
2. Виды параметрического моделирования?
3. Типы параметризации при параметрическом моделировании?
4. Достоинства и недостатки типов параметризации?
5. Что такое автоматическая параметризация?
6. Достоинства и недостатки автоматической параметризации?

6. Содержание отчёта

Отчёт должен содержать:

- 1) титульный лист;
- 2) наименование работы и цель исследований;
- 3) этапы создания параметрического чертежа в режиме автоматической параметризации согласно варианту;
- 4) конечный вид параметрического чертежа плиты со сквозным коническим отверстием, построенный с использованием автоматической параметризации.

7. Библиографический список

1. ЗАО «Топ Системы» Краткий вводный курс T-Flex Cad / ЗАО «Топ Системы» – Москва, 2016. – 398 с.
2. АО «Топ Системы» Краткий вводный курс T-Flex Cad / АО «Топ Системы» – Москва, 2012. – 283 с.
3. Протасова С.В., T-Flex CAD. Начальный курс / С.В. Протасова, С.В. Максимов – Северодвинск, 2011. – 215 с.
4. Бунаков П.Ю. Сквозное проектирование в T-Flex / П.Ю. Бунаков. – М.: ДМК Пресс, 2009. — 400 с.
5. Елисеев В.Г., Автоматизация проектирования в программном комплексе T-Flex / В.Г. Елисеев, В.М. Коробов, Милованов Н.Н. – М.: НИЯУ МИФИ, 2010. – 148 с.