

**Міністерство освіти і науки України
Кіровоградський національний технічний
університет**

Кафедра технології машинобудування

САПР ОПЕРАЦІЙ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
для виконання лабораторних робіт
для студентів напрямку 6.050502 – «Інженерна
механіка»



Кіровоград 2013

**Міністерство освіти і науки України
Кіровоградський національний технічний
університет**

Кафедра технології машинобудування

САПР ОПЕРАЦІЙ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
для виконання лабораторних робіт
для студентів напрямку 6.050502 – «Інженерна
механіка»

Затверджено на засіданні кафедри
Технологія машинобудування»
Протокол № 18 від 22 травня 2013р.

Кіровоград 2013

САПР операцій механічної обробки. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт для студентів напрямку 6.050502 - Інженерна механіка. - Кіровоград: КНТУ, 2013 - 83с.

Укладачі: ст.викл., к.т.н. Годунко М.О., викладач Сторожук М.О.

Рецензент: ст.викл., к.т.н. Валявський І.А.

T-FLEX CAD – система параметричного автоматизованого проектування і креслення, яка забезпечує високу ступінь гнучкості і можливість зміни зображення при збереженні співвідношень між елементами, що передбачається проектувальником. Унікальний механізм параметризації і повний набір професіональних інструментів комп'ютерного проектування дозволяють суттєво спростити процес конструювання і оформлення графічної документації.

Високоєфективні засоби системи T-FLEX CAD дозволяють використовувати її для широкого кола задач. Система успішно використовується в конструюванні (проектування різноманітного обладнання, інструмента; розробка конструкцій штампів і прес-форм; проектування готових виробів і т.д.), для рішення технологічних задач (оформлення технологічних карт, специфікацій; підготовка даних для розробки технологічних процесів; підготовка інформації для систем програмування обладнання з ЧПУ), в задачах будівництва і архітектури, при розробці різних типів схем, при динамічному графічному моделюванні процесів і механізмів, в задачах художнього оформлення і дизайну. T-FLEX CAD дозволяє значно прискорити процес проектування і підготовки графічної документації

Курс «САПР операцій механічної обробки» складається з трьох модулів: модуль 1 «Основи роботи в T-FLEX CAD 2D» – 6 тижнів, модуль 2 «Проектування параметричних робочих креслень» – 6 тижнів, модуль 3 «Основи роботи в T-FLEX CAD 3D» – 5 тижнів.

Передбачено виконання по дві лабораторних роботи з кожного модуля. Звіт з лабораторної роботи захищається студентом у формі тесту.

Тест з виконаної лабораторної роботи складається з 5 запитань, які формуються з тих, що вказані у відповідній лабораторній роботі.

Критерії оцінювання тестових запитань в тесті з лабораторної роботи:

- Неправильна відповідь – 0 балів;
- Вірна відповідь – 1 бал.

Таблиця 1

Нарахування балів за лабораторні роботи

Критерій оцінювання	Кількість балів
Невиконана ЛБ	0
Виконана, але не захищена	2
Виконана ЛБ, на захисті якої студент дав 3 вірні відповіді	5
Виконана ЛБ, на захисті якої студент дав 4 вірні відповіді	6
Виконана ЛБ, на захисті якої студент дав 5 вірні відповіді	7
Максимальна кількість балів за ЛБ за один модуль	14

Загальна сума балів (ЗСБ), яку студент може набрати протягом виконання лабораторних робіт з курсу – 42. Оцінки в балах по модулях вказані в табл.2, а по курсу в цілому в табл.3.

Таблиця 2

Оцінювання знань при виконанні лабораторних робіт з модуля 1, 2, 3

Оцінка в балах					
Зараховано					Не зараховано
«5» відмінно	«4» добре		«3» задовільно		«2» незадовільно
A	B	C	D	E	FX
14–12	12–10	10–8	8–6	6–4	4–0

Таблиця 3

Оцінювання знань при виконанні лабораторних
робіт з курсу

Оцінка в балах					
Зараховано					Не зараховано
«5» відмінно	«4» добре		«3» задовільно		«2» незадовільно
A	B	C	D	E	FX
42–37	36–30	29–24	23–18	17–12	11–0

Студент вважається атестованим з виконання лабораторних робіт з відповідного модуля, якщо він набрав кількість балів, що відповідає вказаній в табл.2 в стовбцях «відмінно», «добре» або «задовільно».

До заліку допускаються тільки ті студенти, які атестовані з виконання лабораторних робіт з курсу при умові виконання індивідуального завдання.

Лабораторна робота № 1

Основні прийоми роботи в T-FLEX CAD 2D

Мета роботи – оволодіти навичками роботи в середовищі T-FLEX CAD при створенні параметричного креслення.

Завдання: побудувати параметричне креслення деталі «плита» із наскрізним конічним отвором за заданими розмірами (рис.1).

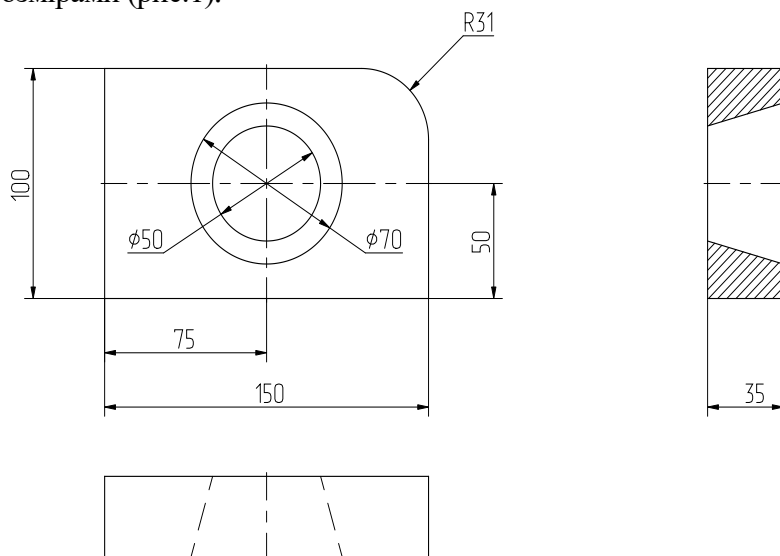


Рис.1. – Креслення деталі «плита»

В лабораторній роботі описана послідовність дій, які необхідні для виконання параметричного креслення. В T-FLEX CAD можна створювати креслення двох видів: параметричні и непараметричні (ескізи). Створення параметричного креслення потребує більших витрат часу, проте потім в таке креслення можна буде легко внести суттєві модифікації, в залежності від поставлених задач.

Система T-FLEX використовує декілька типів елементів при побудові креслення:

- **елементи побудови.** Формують каркас креслення. З ними зв'язані елементи зображення. До елементів побудов відносяться лінії побудов і вузли.

- **елементи зображення.** Формують зображення креслення. До елементів зображення відносяться лінії зображення, розміри, тексти, штриховки, допуски форми і розташування поверхонь і т.д. Вони можуть прив'язуватися до елементів побудов. В цьому випадку при зміні положення ліній побудов і вузлів елементи зображення теж змінюють своє положення, що і є основною ідеєю параметризації в T-FLEX. Ці елементи і складають основне зображення креслення при виведенні його на друк.

- **допоміжні елементи.** Це змінні, бази даних, звіти, а також деякі інші службові дані.

Елементи побудови

Для створення параметричної моделі в T-FLEX використовуються насамперед елементи побудови: лінії побудови (прямі, кола, еліпси, сплайни, лінії-функції) і вузли.

Для побудови прямої використовують команду **«L: Построить прямую»**.

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<L>	«Построения Прямая»	

Доступні опції команди:

	<P>	Задати параметри ліній побудов, коли не вибраний жодний з елементів, або задати значення параметру лінії, що вводиться.
	<X>	Побудувати горизонтальну та вертикальну прямі та вузол в точці їх перетинання

	<H>	Побудувати горизонтальну пряму
	<V>	Побудувати вертикальну пряму
	<L>	Вибрати пряму. Відносно якої будується нова пряма
	<N>	Вибрати вузол, через який буде проходити пряма
	<C>	Вибрати коло в якості дотичної
	<E>	Вибрати еліпс в якості дотичного
	<S>	Вибрати сплайн в якості дотичного
	<O>	Побудувати пряму, що проходить через вибраний вузол, під прямим кутом до вибраної прямої
	<T>	Вибрати другий вузол для побудови прямої, що перпендикулярна до відрізка, який з'єднує два вузли і ділить відстань між двома вузлами в заданій пропорції
	<U>	Створити вісь симетрії
	<A>	Вибрати пряму в якості вісі симетрії
	<W>	Вибрати 2D проекцію
	<O>	Створити лінії побудов і вузол точки (0,0)
	<F> або <Ctrl> <1> <Ctrl> <9>	Створити вертикальну і горизонтальну прямі і вузол на їх перетинанні для використання в якості точки прив'язки фрагменту. При цьому в якості параметрів автоматично використовуються змінні xN і yN (x1,y1...x9,y9)
	<Проб ел>	Побудувати вузол в найближчій точці перетинання ліній побудов
	<F4>	Викликати команду редагування побудов

Вузол є точкою, координати якої розраховуються в залежності від його параметрів або положення інших елементів моделі.

Способи побудови вузлів:

1. Команда «**N: Побудувати вузол**»;
2. опція <Пробіл> в командах «**L: Побудувати пряму**», «**C: Побудувати окружність**»;
3. в команді «**G: Создать изображение**» при створенні ліній зображення;
4. в команді «**H: Создать штриховую**» при створенні контура штрихової;
5. в команді «**FR: Создать фрагмент**», коли додається креслення як фрагмент в поточне креслення.

Команда «**N: Побудувати вузол**»:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<N>	«Построения Узел»	

Елементи зображення

Лінії зображення створюються в команді «**G: Создать изображение**»

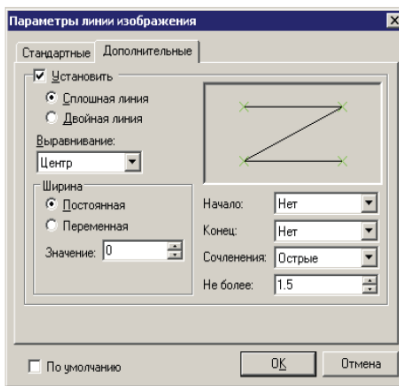
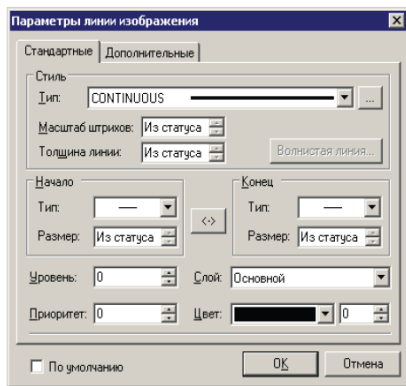
Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<G>	«Чертёж Изображение»	

Опції команди:

	<Ctrl><F>	Режим вільного / зв'язаного малювання
		
	<P>	Задати параметри лінії зображення
	<N>	Вибрати існуючий вузол
	<L>	Вибрати лінію побудови - пряму
	<C>	Вибрати лінію побудови - коло
	<E>	Вибрати лінію побудови - еліпс
	<S>	Вибрати лінію побудови - сплайн
	<BkSpace>	Видалити останню лінію контура
	<F4>	Виконати команду редагування ліній зображення

	<Esc>	Скасувати вибір елементу побудови (доступна тільки при виборі елементу побудови)
	<Esc>	Вийти з команди

Опція  викликає утворення вікна діалогу параметрів ліній зображення



На закладці «Стандартні» задаються такі параметри:

- Стиль лінії (тип лінії, масштаб штрихів, товщина). Тип лінії вибирається із списку стандартних (тих, що поставляються системою) та розроблених користувачем типів ліній. Параметри початку і кінця лінії (тип та розмір). Кожна лінія зображення може починатися і закінчуватися спеціальним символом, який вибирається із списку. Розміри не залежать один від одного, і можуть встановлюватися незалежно.



Кнопка  дозволяє швидко змінити місцями параметри початку і кінця лінії.

- Колір
- Рівень
- Пріоритет

- Шар

Порядок виконання роботи

1. Побудова головного виду плити

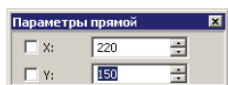
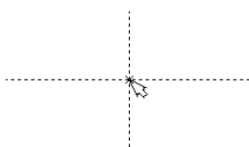
1.1. Створення головного виду лініями побудов.

Кожна команда системи може бути активізована одним з трьох способів: введенням назви команди в командному рядку за допомогою клавіатури; вибором з текстового меню; вибором з інструментальної панелі.

Проектування параметричного креслення починається з побудови *базових ліній*. Викликаємо команду «**L: Побудити прямую**»

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<L>	«Построения Прямая»	

В автоменю, яке розташоване в лівій частині екрану, вибрати піктограму . На робочому полі креслення з'являється перехрестя, яке рухається при переміщенні курсору. Розташуйте курсор в центрі робочої частини екрану і натисніть *ліву кнопку миші (ЛКМ)*. Будуть створені перехресні прямі побудови і



вузол в місці їх перетинання, які і є базовими прямими, відносно яких виконуються всі інші побудови в параметричному кресленні. В параметрах команди записані абсолютні координати. Для завдання параметрів об'єктів використовується діалог

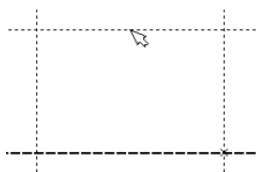
параметрів, який активізується за допомогою клавіші

<P> або піктограми в авто меню .

В T-FLEX CAD команда залишається активною доти, поки ви не скасуєте команду одним натисканням

правої кнопки миші (ПКМ) або не оберете іншу команду. При цьому ви залишаєтесь в межах команди **«L: Построить прямую»**. Створені вертикальна і горизонтальна лінії відповідають положенню нижнього та правого ребра деталі на головному виді.

Для побудови лівого ребра слід курсор підвести до створеної вертикальної лінії і натиснути ЛКМ. Лінія висвітлиться кольором. Це означає, що ми збираємось будувати паралельну лінію відносно вертикальної. Це дуже важливий аспект системи T-FLEX CAD – завдання відношень між елементами побудов. Розташовуємо нову лінію ліворуч від поміченої вертикальної лінії за допомогою ЛКМ. Це буде ліва грань деталі.

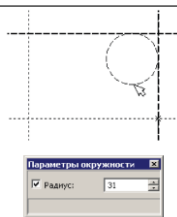


Одне натискання ПКМ скасує режим побудови паралельних ліній, але ви знов залишаєтесь в команді побудови прямих. Якщо це не так, то повторіть команду **L: Построить**

прямую. Аналогічно побудуйте верхню грань деталі.

Наступний крок – заокруглити кут плити. Для цього виконується команда **«С: Построить окружность»**

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<C>	«Построения Окружность»	



Для виконання округлення верхнього правого кута плити будується коло, дотичне до верхньої і правої прямих. Для цього слід перемістити курсор до верхньої прямої і натиснути <L>. При цьому з'явиться коло, радіус

якого буде динамічно змінюватись разом зі зміною положення курсору, але при цьому вона буде

дотикатись до вибраної прямої. Це означає, що буде побудоване коло, дотичне до верхньої прямої. При переміщенні курсору до правої прямої і натискання клавіші <L> коло прив'язується до цієї прямої. Фіксація поточного радіусу кола виконується *ЛКМ*. Точне значення радіусу можна задати у вікні властивостей.

Невірний результат побудов може бути відредагований командами «UN: **Отменить изменение**»

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<UN>, <Ctrl><Z>, <Alt><BackSpace>	«Правка Отменить»	

Кожний виклик даної команди повертає систему на один крок назад. Якщо команда була викликана помилково, скасувати її дію можна за допомогою команди «RED: **Возвратить изменение**»

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<RED>, <Ctrl><BackSpace>	«Правка Повторить»	

Видалити всі лінії побудови і повернутися на початок створення креслення можна, викликавши команду «PU: **Удалить лишние построения**»

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<PU>	«Правка Удалить лишнее»	

Видалити окремий елемент побудови можна виконавши команду «EC: **Изменить построения**»

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<EC>	«Правка Построения Линия построения»	

Після виклику команди вибирається елемент і видаляється за допомогою клавіші **<Delete>** на клавіатурі або піктограми  в автоменю.

1.2. Створення головного виду лініями зображення.

Лінії зображення виконуються командою «**G: Нанести изображение**»

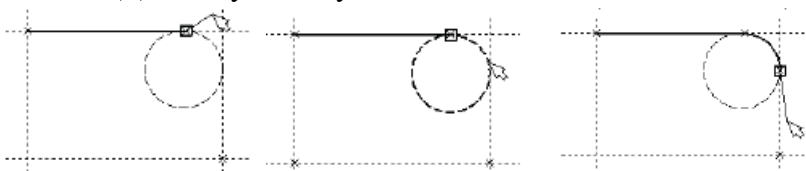
Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<G>	«Чертёж\Изображение»	

Починаємо створення контуру з верхнього лівого кута плити. Лінії зображення автоматично прив'язуються до найближчого перетинання ліній побудов. Тому достатньо перемістити курсор до перетинання і натиснути *ЛКМ*.

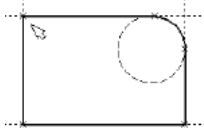
Курсор при нанесенні ліній зображення працює за принципом «гумової нитки». Потрібно лише за допомогою курсору вибирати вузли або перетинання ліній побудов.

При перетинанні в одній точці більше двох ліній побудов не рекомендується використовувати для вибору вузла клавішу **<Enter>** або *ЛКМ*. Рекомендується спочатку створювати вузли в точках перетинання ліній побудов, а потім наносити зображення, використовуючи клавішу **<N>**. Система T-FLEX CAD автоматично створює вузли в кінцевих точках ліній зображення, якщо вони ще не були створені.

Для побудови дуги між двома точками дотикання



слід курсор перемістити до кола і натиснути <C>. При цьому виділиться коло. Напрямок дуги буде залежати від того, в якому місці буде указана мишкою друга точка дуги. Щоб вибрати меншу частину кола для виконання дуги, слід курсор поставити трохи вище і лівіше другої точки дотикання і натиснути ЛКМ. Решта креслення виконується аналогічно. Для завершення команди створення зображення слід натиснути ПКМ.



Якщо отриманий контур є невірним, редагування ліній зображення виконується в команді **«EG: Изменить изображение»**

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<EG>	«Правка Чертёж Изображение»	

Після редагування креслення, якщо не всі лінії повністю висвітлюються, в будь-який момент для перемальовування екрану слід натиснути клавішу <F7>.

1.3. Перевірка геометричних зв'язків.

Для перевірки геометричних зв'язків слід активізувати команду **«ЕС: Изменить построения»**

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<ЕС>	«Правка Построения Линия построения»	

Щоб перевірити побудови курсор слід перемістити до лівої вертикальної прямої і натиснути ЛКМ. При цьому пряма буде виділена кольором. При переміщенні курсору разом з ним буде переміщуватись і виділена пряма. Якщо курсором указати нове положення прямої, зміниться положення «прив'язаної» до неї лінії зображення, разом з цим зміниться довжина деталі. Аналогічна зміна положення верхньої прямої

призводить до зміни ширини деталі. Зміна положення правої і нижньої ліній плити призводить до зміни положення всього креслення. Це відбувається тому що ліва і верхня частини плити виконані відносно прямих (нижньої і правої), які є базовими прямими. Після перевірки можливості модифікації деталі поверніть креслення приблизно в вихідний стан.

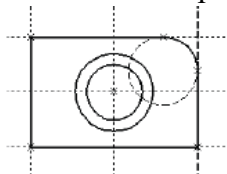
1.4. Побудова конічного отвору в центрі плити.

Побудову кола слід розпочинати з визначення центру кіл. Якщо в команді **«L: Побудити пряму»** увімкнути опцію  (<U>), а потім послідовно указати дві прямі (підвести до прямої курсор і натиснути літеру <L> з клавіатури), то в результаті буде створена нова пряма, яка буде віссю симетрії двох вибраних прямих. Якщо вихідні прямі перетинаються, то побудована пряма буде бісектрисою кута, утвореного цими прямими. Якщо вихідні прямі паралельні, побудована пряма буде розташована посередині вихідних прямих паралельно до них.

Для побудови кола слід викликати команду **«C: Побудити окружність»** (в авто меню вибрати піктограму ).

Підвести курсор до точки перетинання двох осей кола і натиснути ЛКМ. З'явиться коло, радіус якого буде динамічно змінюватись при переміщенні курсору, а центр кола буде прив'язаний до вузла, який автоматично створюється в місці перетинання двох прямих. Зафіксуйте коло за допомогою ЛКМ. Як і при побудові прямих, радіус (діаметр) кола можна задати приблизно положенням курсору в момент натискання клавіші

миші або точно у вікні властивостей. Друге коло повинно бути прив'язане (концентричне) до першого кола. Тому для побудови другого кола в команді «**С: Побудувати окружність**» (ми в ній залишились після побудови першого кола) в авто меню слід вибрати піктограму  або натиснути на клавішу <O> на клавіатурі, вибрати за допомогою ЛКМ перше коло, перемістити курсор, щоб діаметр нового кола був трохи більшим за перше коло і ЛКМ зафіксувати його.



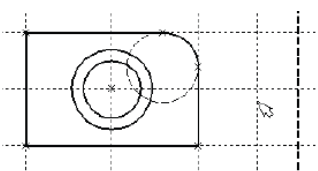
Для створення зображення кіл слід викликати команду «**G: Нанести изображение**», підвести курсор до першого кола і натиснути клавішу <C> на клавіатурі, а потім аналогічно

навести друге коло.

2. Побудова виду збоку і виду зверху.

Оскільки прямі мають нескінченну довжину, бачимо, що інші види частково побудовані. Для завершення побудови креслення ввести додаткові залежності між лініями побудов.

2.1. Викликати команду побудови прямих, ЛКМ «взяти» пряму, що відповідає правій границі плити (базова лінія). При цьому буде виділена вертикальна лінія побудови, і нова паралельна вертикальна лінія буде рухатися за курсором. Це буде права границя виду збоку. Зафіксуйте її натисканням ЛКМ. Ця лінія є базовою для виду збоку.

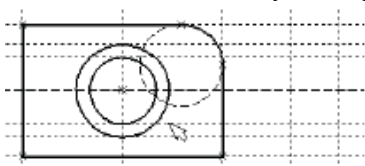


Друга вертикальна лінія виду збоку, що обмежує товщину деталі, будується аналогічно, але відносно базової лінії виду збоку.

Зверніть увагу, що після створення першої прямої виду збоку справа зберігається прив'язка до правого краю плити на виді з переді (відповідна лінія побудови виділена кольором, як на попередньому рисунку). Щоб повернутися на крок назад, слід натиснути *ПКМ*, а потім вже приступити до побудови другої лінії

Рекомендується саме правий край використовувати, як базову пряму, а інші будувати відносно неї. Це пояснюється тим, що відстані в такому разі є величинами позитивними.

2.2. Побудова конічного отвору. Для побудови конічного отвору на виді збоку слід отримати додаткові точки, які утворюються перетинанням вертикальних ліній на виді збоку і горизонтальних, що проходять

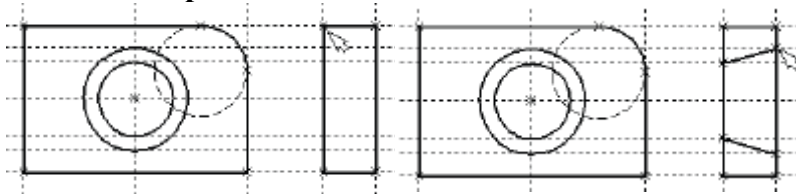


паралельно до горизонтальної прямої центра кола і дотичні до кіл (рис.). Для цього розташувати курсор поряд з

горизонтальною прямою, що проходить через центр кола і натиснути *ЛКМ* або <L>. Пряма виділиться кольором. Відведіть курсор вгору до точки дотикання першого кола і натисніть <C>. Аналогічно побудуйте ще три прямі.

2.3. Створення виду збоку лініями зображення.

Лінії зображення виконуються командою «**G: Нанести изображение**»



3. Створення штрихової здійснюється командою «Н: Создать штриховку»

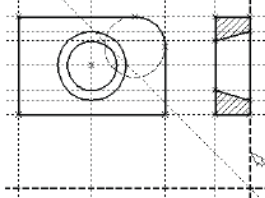
Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<H>	«Чертёж Штриховка»	

При використанні опції <A> контур штрихової відшуковується автоматично. Встановлення параметрів штрихової виконується в вікні параметрів, яке активізується командою <P>. Це дозволить вибрати тип і масштаб штрихової. Після натискання піктограми



в автоменю або клавіші <End> з клавіатури виділена область буде заштрихована.

4. Побудова виду зверху. Щоб «прив'язати» вид зверху до головного виду слід виконати додаткові побудови. Це дозволить виконувати модифікацію креслення відразу в трьох видах одночас.



4.1. Викличте команду «L: Построить прямую». Виберіть нижню пряму головного виду, розташуйте утворену пряму під головним видом і зафіксуйте її положення ЛКМ. Це буде нижня

лінія виду зверху.

4.2. З метою побудови виду зверху, який проекційно зв'язаний з іншими видами, слід скористатися прийомом проекційного креслення –



побудувати пряму під кутом 45°. Викличте опцію, вкажіть на крайню праву пряму виду зліва і натисніть ЛКМ або <L>. Пряма виділиться. Теж саме зробіть для нижньої прямої виду зверху. Створена нова пряма, яка проходить через точку перетинання під кутом 45°. Поки ми знаходимось в команді побудови прямих, можна розставити вузли в будь-яких точках перетинання. Для

цього слід вибрати ті точки перетинань ліній побудов, які формують праву границю виду справа і лінію під кутом 45°, щойно створену. Для побудови вузла курсор встановлюється в точці перетинання і натискається <Пробіл>.

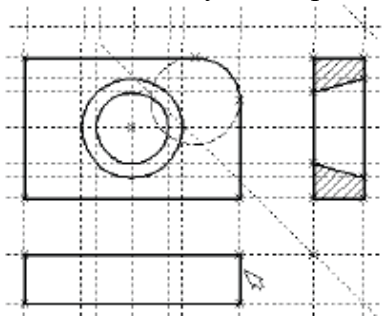
Для побудови вузлів можна також використовувати команду **N: Построить узел:**

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<N>	«Построения Узел»	

4.3. В команді **L: Построить прямую** встановить курсор і виберіть пряму нижньої границі виду зверху. Пересуньте курсор до щойно створеного вузла і натисніть клавішу <N>. При цьому створюється пряма, яка паралельна вибраній і проходить через указаний вузол. Таким чином вид зверху і вид справа є параметрично зв'язаними.

Для перевірки цього слід скористатися командою редагування ліній побудов **ES: Изменить построения**. Спроба переміщення лівої прямої бокового виду призводить до зміни положення відповідної прямої на виді зверху.

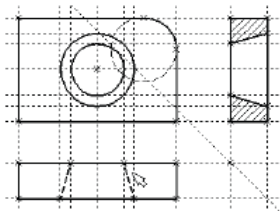
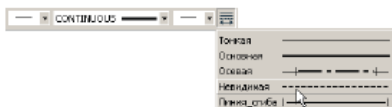
4.4. Створення ліній побудов кінцевого отвору на виді зверху аналогічно як і при створенні виду збоку. В команді побудови прямих на головному виді виберіть



вертикальну пряму (вісь отвору), а потім побудуйте 4 прямі, паралельні вибраній і дотичні до кіл (опція . <C>)

За допомогою команди **«G: Создать изображение»** наведіть вид зверху по периметру.

Для нанесення двох штрихових ліній, що відповідають кінцевому отвору, на системній панелі слід вибрати тип лінії «Невидимая», після чого створити дві штрихові лінії кінцевого отвору.



5. Створення осевих ліній. Використовується команда «**АХ: Создать обозначение осей**»

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<АХ>	«Чертёж Оси»	

Встановить в авто меню опцію:

	<I>	Создать ось двух линий
--	-----	------------------------

Виберіть за допомогою ЛКМ спочатку ліву, а потім праву границю виду зпереді. Натисніть піктограму в авто меню. В результаті на виді з переді буде створена вертикальна осьова лінія. Аналогічно створіть всі осьові лінії.

6. Як бачимо за результатами роботи, лінії побудов, які використовувались для роботи, є нескінченними. Для зручності в роботі їх можна «обрізати» до крайніх вузлів. Для цього в команді **ЕС: Изменить построения** можна використати опцію <Т> або (обрізується тільки вибрана пряма), або (обрізаються всі прямі). Щоб відновити нескінченну довжину прямих виконується команда «**СТ: Задать параметры документа**»

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<ST>	«Настройка Статус...»	

Виберіть параметр **Екран/Линии построения/Длина** і задайте значення **По умолчанию бесконечные**. Або в команді **«ЕС: Изменить построения»** вибрати потрібні лінії, натиснути клавішу <P> і встановити відповідні значення.

7. Постановка на кресленні розмірів.

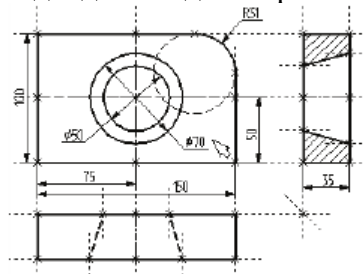
7.1. Створення лінійних розмірів. Викличте команду **«D: Создать размер»**

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<D>	«Чертёж Размер»	

Для постановки лінійних та кутових розмірів слід вибрати дві лінії побудови або зображення ЛКМ. В розмірі, який створюється і переміщується разом з курсором, в разі потреби можна змінити параметри

розміру натиснувши клавішу <P> або опцію  в автоменю. У вікні параметрів задаються параметри, положення розміру фіксується ЛКМ. Для зміни величини розмірних чисел слід виконати команду **«ST: Задать параметры документа»** на закладці **Шрифт**

7.2. Створення діаметральних та радіусних розмірів. В команді **«D: Создать размер»** курсор підводиться до потрібного кола і натискається клавіша



<C> або ЛКМ. Клавішами <R> або <D> або відповідними піктограмами



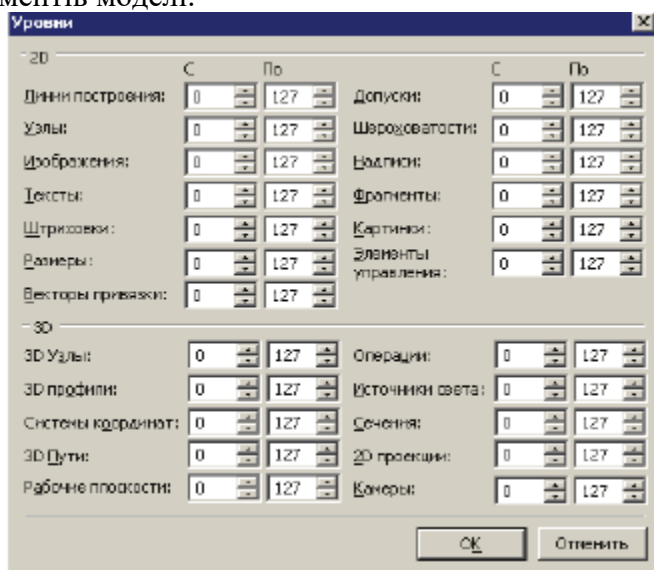
або в автоменю можна переключатися з режиму постановки радіуса до режиму постановки

діаметру і навпаки. Клавішею <M> можна задавати вид розміру, що проставляється. Клавіша <Tab> допоможе встановити виносну полку в потрібному напрямку.

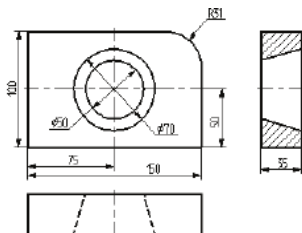
8. Керування рівнем видимості елементів побудов. Після того як всі основні побудови закінчені, можна всі елементи побудов «сховати» за допомогою команди «SH: Задать уровни отображения»:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<SH>	«Настройка Уровни...»	

Ця команда керує видимістю різних елементів. Видимість елемента залежить від рівня, на якому він знаходиться. Всі елементи можуть мати 255 рівнів видимості від -126 до 127. В системі T-FLEX CAD всі елементи автоматично створюються на рівні «0». Після виклику команди «SH: Задать уровни отображения» на екрані утворюється діалогове вікно, в якому можна встановити діапазон видимих рівнів для кожного типу елементів моделі.



Щоб елемент з рівнем видимості за замовчуванням «0» став невидимим, слід у вікні **Уровни** змінити нижній рівень в діапазоні видимості, задавши його, наприклад **1** замість **0**. Таким чином можна зробити невидимими такі елементи як *Линии построения* та *Узлы*. Як видно



з рисунка, всі елементи, рівень видимості яких заданий в діапазоні від 0 до 127 залишились видимими, а лінії побудов та вузли зникли.

Лінії побудов можна також «погасити», виконуючи команду:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<Ctrl><Shift><C>	«Вид Погасить построения»	

Зміст звіту

1. Назва, мета роботи та використане обладнання та програмне забезпечення.
2. Відомості про запуск та способи виходу з T-FLEX CAD.
3. Відомості про систему допомоги T-FLEX CAD.
4. Висновки по роботі.

Контрольні запитання для самоаналізу та тестування

1. Як відбувається запуск системи T-FLEX CAD?
2. Які основні елементи інтерфейсу T-FLEX CAD Ви знаєте?
3. Як створюються нові документи T-FLEX CAD?

4. Як завершується робота з системою T-FLEX CAD через системне меню?

5. Як завершується робота з системою T-FLEX CAD через кнопки управління вікнами?

6. З якими документами працює T-FLEX CAD?

7. Як завершується робота з системою T-FLEX CAD через клавіатурну комбінацію?

8. Які розширення присвоюються документам T-FLEX CAD?

9. Що таке елементи побудов в T-FLEX CAD?

10. Якою командою створюються елементи побудов T-FLEX CAD?

11. Якою командою відбувається редагування елементів побудов в T-FLEX CAD?

12.Що таке елементи зображення в T-FLEX CAD?

13. Якою командою створюються елементи зображення T-FLEX CAD?

14. Як виконується редагування елементів зображення?

15. Що відноситься до загальних параметрів елементів побудов та елементів зображення?

16. Як перевірити геометричні зв'язки в параметричному кресленні?

17. Якою командою виконується штрихування в T-FLEX CAD?

18. Якою командою виконується проставлення розмірів в T-FLEX CAD?

Література

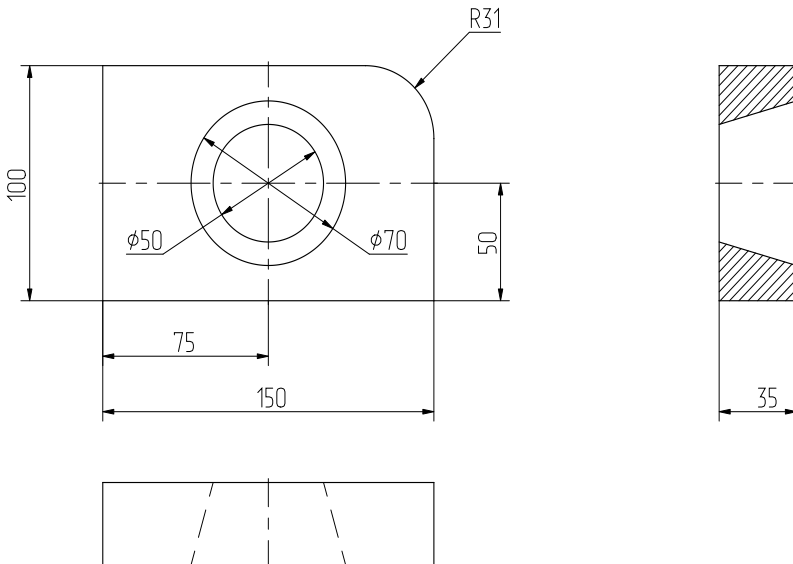
[1],[2].

Лабораторна робота № 2

Розробка креслень в середовищі T-FLEX CAD в режимі автоматичної параметризації

Мета роботи – оволодіти навичками автоматичної параметризації при розробці параметричного креслення в середовищі T-FLEX CAD.

Завдання: побудувати параметричне креслення деталі «плита» в режимі автоматичної параметризації.



Режим автоматичної параметризації дозволяє створювати параметричні креслення, використовуючи для креслення тільки засоби ескізу (тобто непараметричного креслення). Користувач будує тільки лінії зображення, користуючись об'єктними прив'язками. При цьому система автоматично «підкладає» під ці лінії зображення необхідні лінії побудови, пов'язані параметричними залежностями. Тип параметричних залежностей система визначає за

об'єктними прив'язками, які застосовуються користувачем. Наприклад, якщо відрізок будується як паралельний іншому відрізку, то система автоматично створить лінію побудови-пряму, паралельну прямій, на якій лежить вихідний відрізок. І створений у підсумку відрізок буде лежати на лінії побудови – прямій, тобто буде знаходитись в параметричній залежності від іншого відрізка. Які елементи побудови створювати і якими залежностями їх пов'язувати, система визначає на основі використовуваних користувачем прив'язок і параметрів, заданих у вікні властивостей команди при створенні ліній ескизу.

Порядок виконання роботи

1. Налаштування режиму роботи

Режим автоматичної параметризації встановлюється командою **"SK: Создать эскиз"**

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<S> <K>	Чертеж Эскиз	

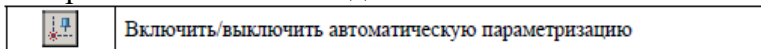
На початку роботи слід перевірити активізацію необхідних прив'язок. Це виконується за допомогою команд

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
	Настройка Установки Привязки	

Перевірте, щоб при виконанні даного креслення були включені наступні прив'язки:

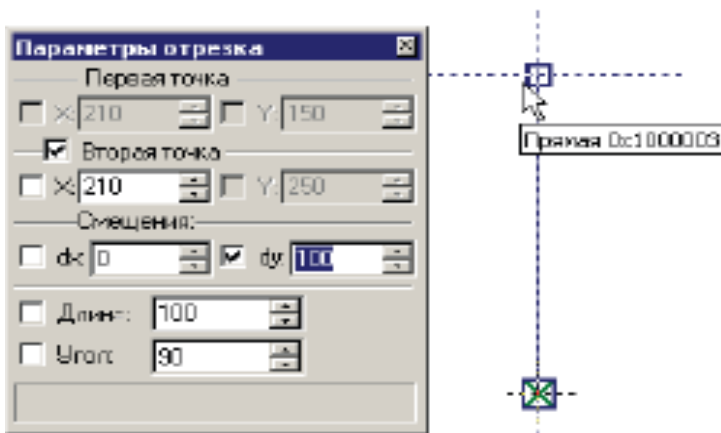
	Линии построения
	Середина линии изображения
	Горизонталь/вертикаль
	Перпендикуляры
	Пересечение линий изображения
	Горизонтальная/вертикальная касательная

Для створення параметричного креслення необхідно, щоб в системі був включений режим автоматичної параметризації. Даний режим включається піктограмою на панелі "Вид":



2. Створення головного виду плити. Включіть в автоменю команди (якщо це необхідно)

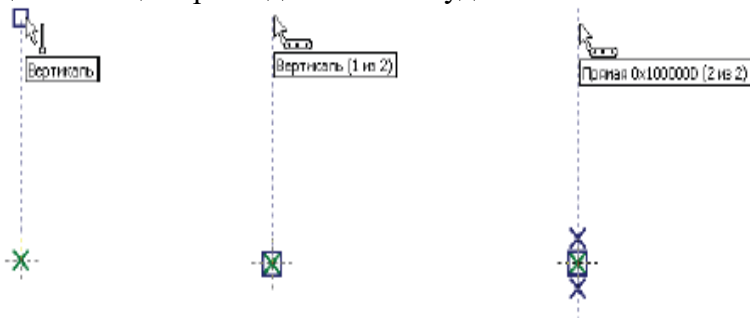
опцію створення відрізка  Побудуйте першу точку відрізка, що відповідає правому нижньому кутку головного виду плити. Зверніть увагу, що в місці кліка створений не вільний вузол, як у режимі створення звичайного ескізу, а дві пересічні прямі (вертикальна і горизонтальна) і вузол на їх перетині. Для другого вузла



відрізка у вікні властивостей задайте зсув по осі Y (100). Курсор стане переміщатися по допоміжній горизонтальній прямій. Підведіть його до вертикальної лінії побудови, що проходить через перший вузол відрізка. Коли спрацює прив'язка до цієї лінії побудови ("Пряма ..."), натисніть . В результаті другий вузол створеного відрізка також буде побудований як

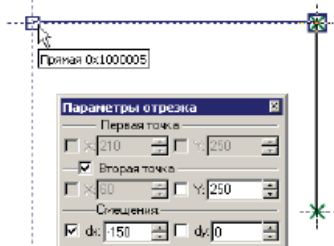
зв'язаний. Він буде лежати на перетині вертикальної прямої, створеної при побудові першого вузла, і прямій, паралельній горизонтальній прямій першого вузла.

Зверніть увагу, що при виборі прив'язки система може запропонувати спочатку не прив'язку до прямої, а вертикальну прив'язку до першого вузла відрізка (порядок показу прив'язок визначається налаштуваннями в команді **"SO: Задать установки системы"**). Для вибору потрібної прив'язки зробіть наступне: затримайте курсор в місці підхоплення прив'язки. Через деякий час курсор прийме іншу форму: поруч з ним з'явиться значок  і підказка, в якій буде вказано загальна кількість знайдених в цій точці об'єктних прив'язок. За допомогою колеса миші можна перебирати ці прив'язки. Таким же чином можна вибирати потрібну прив'язку зі списку можливих у даній точці і при подальших побудовах.



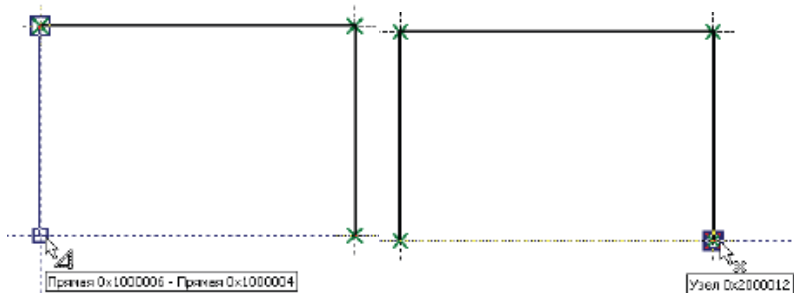
При побудові другого, горизонтального відрізка довжиною 150 мм задайте необхідний зсув по осі X і знову використовуйте прив'язку до прямої.

Якщо все зробити правильно, то створений



відрізок буде лежати на прямій, яка створена при побудови другого вузла попереднього відрізка. А другий вузол даного відрізка буде побудований як такий, що лежить на перетині тієї ж прямої і нової прямої, яка буде паралельна першій вертикальній прямій.

Побудова третього і четвертого вузла виконується аналогічно



Перевірте наявність геометричних зв'язків.

3. Створення

заокруглення виконується опцією



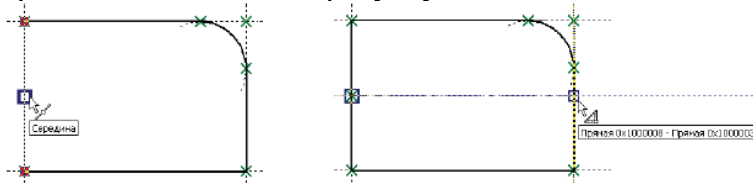
, яка знаходиться в автоменю команди **"SK: Создать эскиз"**. Після виклику опції у вікні властивостей

задайте радіус заокруглення 31. Потім виберіть два відрізки, на перетині яких необхідно побудувати заокруглення (верхній і крайній правий відрізки плити) або вузол (вершину прямокутника) на їх перетині. В результаті буде побудована лінія зображення – дуга кола з "підкладеною" під неї лінією побудови-колом. Як і при створенні звичайного ескізу, зайві частини округлених відрізків будуть автоматично обрізані.

4. Побудова зображення кінцевого отвору.

4.1. Створення осей. Для побудови осей знову

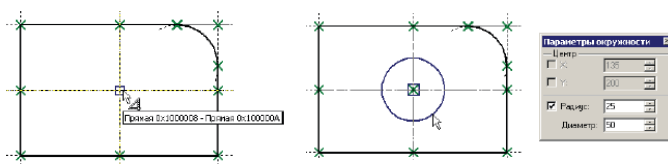
увімкніть опцію . На системній панелі або в параметрах лінії зображення (опція ) встановіть тип лінії "Осьова". Перемістіть курсор до середини лівого відрізка зображення головного виду плити. Побудуйте перший вузол осі за допомогою прив'язки до середини відрізка. Перемістіть курсор по горизонталі до правого відрізка зображення і зупиніть його на перетині двох прямих, як показано на рисунку. Натисніть .



Аналогічно будеться друга вісь.

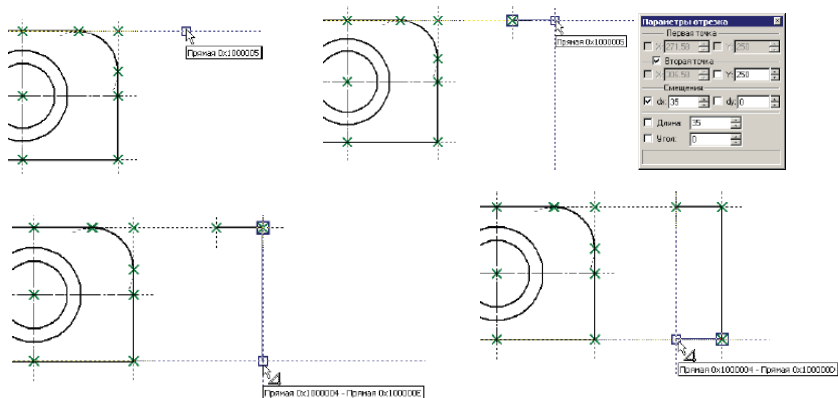
4.2. Створення двох кіл з радіусами 25 і 35 мм

виконується опцією , встановивши тип лінії «Основна»

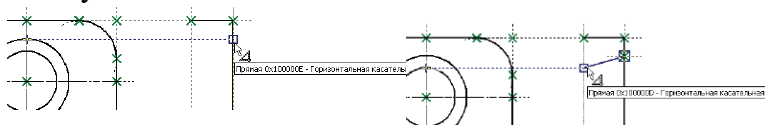


5. Побудова вигляду зліва. Для цього знову

увімкніть режим створення відрізків (опція) . Якщо система запропонує будувати відрізок від останнього створеного вузла, відмовтеся за допомогою . Перемістіть курсор в праву частину креслення і встановіть його так, щоб підтримувалася прив'язка до верхньої прямої головного виду креслення. Подальша побудова виконується, як показано на рисунках.



Для побудови кінцевого отвору слід курсор підвести до правого відрізка виду зліва до встановлення зв'язку з великим колом і натиснути *ЛКМ*, а потім до зв'язку з малим колом.

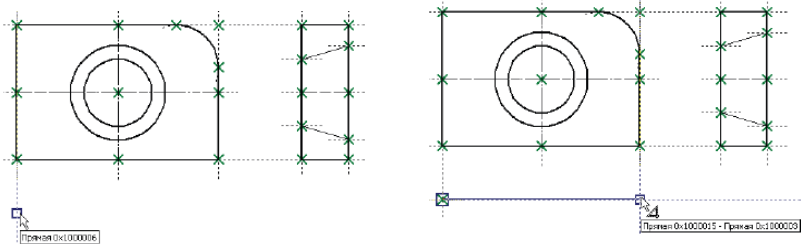


Аналогічно будуватиметься нижній відрізок кінцевого отвору та осеві лінії.

6. Створення виду зверху.

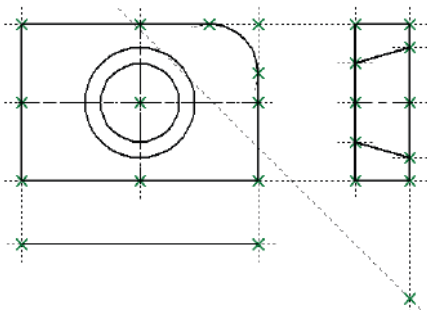
В режимі автоматичної параметризації для того, щоб уникнути зайвих зв'язків, які автоматично утворюються при побудові паралельних ліній, побудову

верхньої лінії виду зверху використовуємо опцією , утворюючи зв'язки з вертикальними прямими головного виду.



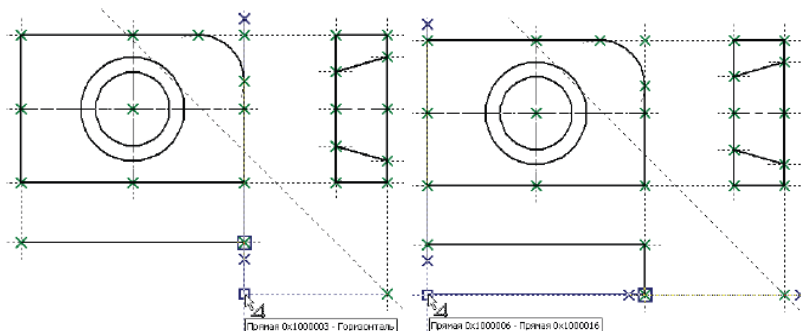
При використанні режиму автоматичної параметризації відсутня можливість створення геометричних зв'язків виду зліва та виду зверху. Досягти таких зв'язків можна тільки допоміжними засобами (наприклад, заданням змінних в якості параметрів відрізків, що створюються).

В команді **«L: Построить прямую»** за допомогою опції  побудувати вісь симетрії між лівою вертикальною прямою виду зліва і горизонтальною прямою виду зверху. Після цього поставте курсор в точці перетинання створеної прямої і правої вертикальної прямої виду зверху і натисніть <Пробіл>.



Всі подальші побудови виконуються в команді **"SK: Создать эскиз"**

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<S> <K>	Чертеж Эскиз	



Аналогічно створіть конічний отвір на виді зверху.

7. Виконайте штриховку.

8. Проставте розміри.

9. Перевірте наявність геометричних зв'язків. Для цього курсор слід підвести до граничного лівого відрізка головного виду і натиснути *ЛКМ*. При цьому запускається команда редагування ліній зображення. Повторне натискання *ЛКМ* запускає команду редагування лінії побудов, що знаходиться під лінією зображення. Змініть ширину плити головного виду. Аналогічно перевіряються зв'язки між видами зліва і зверху.

Зміст звіту

1. Назва, мета роботи, використане обладнання та програмне забезпечення.

2. Відомості про режими побудови параметричних креслень

3. Висновки по роботі.

Контрольні запитання для самоаналізу та тестування

1. Як відбувається запуск режиму автоматичної параметризації?

2. Які розширення мають документи, створені в - FLEX CAD?

3. Що таке об'єктна прив'язка?

4. Які переваги режиму автоматичної параметризації?

5. Як активізувати прив'язки, що необхідні для виконання даного креслення?

6. Що розуміється під «параметризацією»?

7. Які види об'єктних прив'язок Ви знаєте?

8. Як змінити тип лінії зображення?

9. Як виконати скорочені лінії побудов?

10. Як виконується вибір елементу на кресленні?

11. Для чого необхідні вузли?

12. Які типи вузлів Ви знаєте?

13. Які вузли використовуються при побудові параметричного креслення?

14. Як задаються геометричні параметри?

Література

[1],[2].

Лабораторна робота №3

Розробка параметричного креслення деталі в середовищі T-FLEX CAD

Мета роботи – закріпити навички роботи в середовищі T-FLEX CAD при створенні параметричного креслення.

Завдання: побудувати креслення деталі згідно завдання.

При виконанні креслення деталі виникає необхідність показати лінію обриву, виконати переріз деталі. Лінію обриву (криву) можна побудувати за допомогою лінії сплайну.

На відміну від ліній-побудов прямих сплайни мають кінцеву довжину. Для вибору сплайну в різних командах використовується опція <S>.

Сплайни будуються на основі набору вузлів, який задає визначені точки сплайну. Тому зміна положення вузлів буде змінювати форму кривої, якщо вона побудована на цих вузлах.

Сплайни бувають двох типів:

- ті, що безпосередньо проходять через вузли;
- - ті, що використовують вузли як вершини керуючої ламаної:



Крім того сплайни можуть бути замкнені.

На кресленні сплайн виводиться у вигляді полілінії, яка складається з множини відрізків прямих. Кількістю відрізків, а відповідно і якістю виведення можна керувати, призначаючи кількість сегментів між двома сусідніми задаючими вузлами, на яке повинен бути розбитий сплайн при виведенні. Чим більше

відрізків, тим якісніше буде зображення, проте надто велика кількість відрізків може гальмувати операції зі сплайнами.

Побудова сплайнів виконується командою **«S:Построить сплайн»**

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<SP>	«Построения Сплайн»	

Опції команди:

 	<Ctrl><F>	Переключити режим створення вузлів
	<N>	Вибрати вузол для побудови сплайну
	<P>	Задати параметри сплайну
	<T>	Вибрати вузол дотикання
	<O>	Створити сплайн в полярній системі координат
	<G>	Вибрати лінію зображення

Після того, як увійшли до команди побудови сплайнів можна використати *ЛКМ* або <N> для завдання визначених вузлів сплайну. Закінчення побудови сплайну виконується опцією

	<End>	Завершити построение сплайна
---	-------	------------------------------

Нанесення штрихової

Нанесення штриховок виконується командою **«H: Создать штриховку»**. Виклик команди:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<H>	«Чертеж Штриховка»	

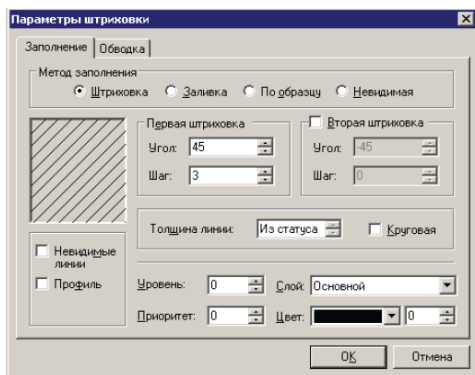
Основні опції команди:

	<Ctrl><F>	Вибір режиму вільного/зв'язаного малювання
	<P>	Задати параметри штриховки
	<X>	Параметри автоматичного пошуку контуру
	<A>	Режим автоматичного пошуку контуру
	<A>	Режим ручного введення контуру

При встановленні ручного режиму введення штриховки стають активними опції вибору відповідних елементів побудов: <N>, <L>, <C>, <E>, <S>.

Параметри штриховки

Параметри штриховки задаються в діалоговому вікні «Параметры штриховки», яке викликається опцією <P>.



Частина параметрів штриховки може бути задана на системній панелі. Слід мати на увазі, що при завданні параметрів до початку введення контурів штриховки

встановлені значення будуть дійсними для всіх наступних штриховок. Для встановлення параметрів будь-якої однієї штриховки слід задати параметри в процесі створення штриховки.

Вікно «Параметры штриховки» складається з двох закладок: «Заполнение» і «Обводка»

Закладка **«Обводка»** дозволяє додатково навести контур штриховки. Це зручно в тому випадку, коли контур штриховки побудований на основі вузлів та ліній побудов, а лінії зображення відсутні. Лінії обводки налаштовуються таким же чином як і лінії зображення.

На закладці **«Заполнение»** встановлюються такі загальні параметри:

- Метод заповнення. Задає спосіб заповнення контуру: штриховка, заливка, за зразком, невидима.

- Невидимі лінії. При встановленні даного параметру контур буде використовуватись для видалення невидимих ліній. Будь-які елементи, що мають більш низький пріоритет, будуть скриті штриховкою. Це відноситься також до складальних креслень.

- Профіль. Цей параметр використовується для генерації профіль-файлу, якщо необхідно виводити геометричну інформацію про контур деталі для наступної обробки.

- Рівень
- Пріоритет
- Шар.
- Колір

Штриховка може заповнюватись суцільними лініями під довільним кутом в одному або в двох напрямках. Кут задається в градусах відносно вісі ОХ. Для штриховки задається відстань між лініями штрихової – крок, товщина ліній. При використанні параметру «Вторая штриховка» штриховка виконується в двох напрямках. При використанні параметру «Круговая» штриховка заповнює контур концентричними колами з указаними параметрами (крок, колір, товщина ліній).

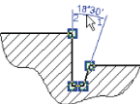
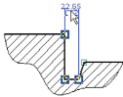
Створення розмірів

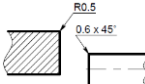
В T-FLEX CAD підтримуються всі типи розмірів, передбачені стандартами ЕСКД, ANSI і AR_ANSI. В системі T-FLEX CAD розміри прив'язані до прямих ліній побудов або зображень і вузлів, за винятком радіальних і діаметральних, положення яких визначається положенням кола, на якому вони побудовані.

Для нанесення розмірів використовується команда «D: Создать размер»:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<D>	«Чертеж Размер»	

Опції команди:

	<P>	Задати параметри розмірів
	<Alt+P>	Скопіювати властивості з вже існуючого елемента
	<Y>	Постановка радіального розміру з зломом розмірної лінії
	<A>	Постановка розмірів по дузі
	<Q>	Постановка розмірів по відрітку
	<F>	Постановка кутового розміру по чотирьом вузлам 
	<T>	Постановка лінійного розміру по трьом вузлам 
	<O>	Постановка розміру по конусу
		Постановка розміру від однієї бази
	<Ctrl+B>	Постановка ланцюга розмірів
	<S>	Створення будівельного розміру

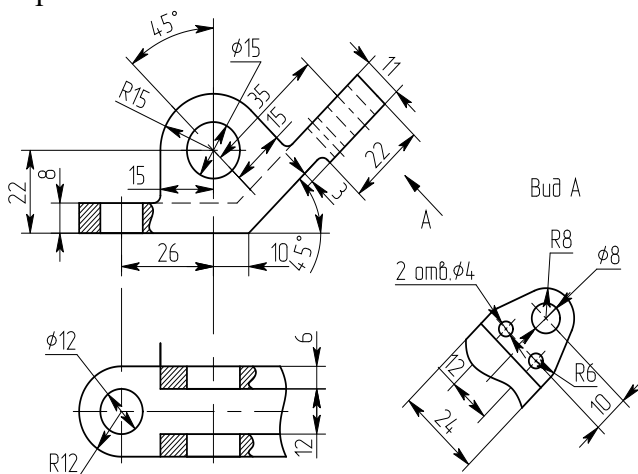
	<E>	Постановка розміра-лідера 
	<F4>	Викликати команду редагування розміру
	<Esc>	Закінчити виконання команди

Після виклику команди створення розміру можна натиснути ЛКМ поряд з будь-якою лінією побудови або зображення. Лінія виділяється. Або можна указати курсором на пряму і натиснути <L>. Також можна вибрати вузол (клавіша <N>) або коло (клавіша <C>). Після вказання прив'язки розміру в авто меню стають доступними такі опції, які відносяться до лінійних та кутових розмірів:

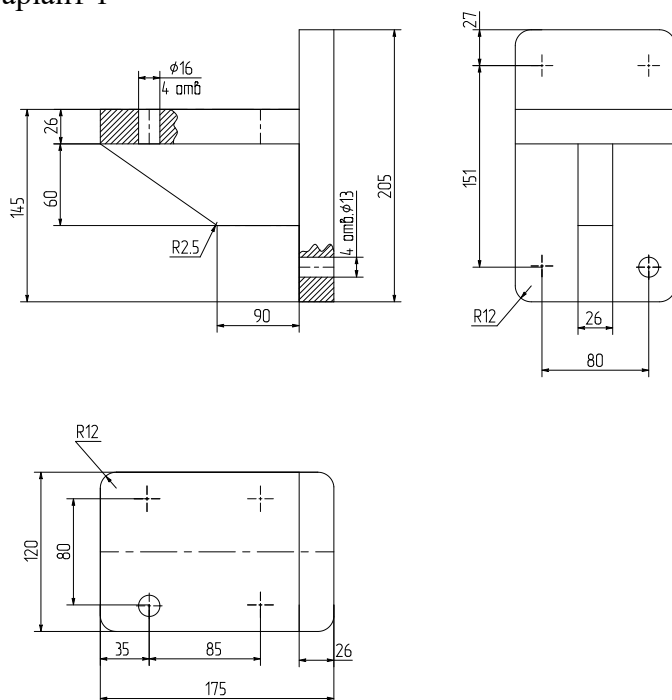
Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з конструкцією деталі. Визначити положення основних базових ліній.
2. Запустити систему T-FLEX CAD. Відкрити новий документ – Креслення.
3. Побудувати параметричне креслення деталі, згідно до варіанту. Перевірити геометричні зв'язки.
4. Виконати штриховку, проставити розміри.

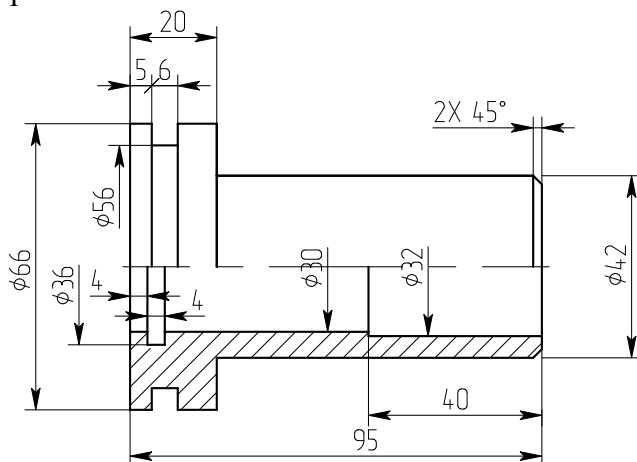
Варіант 0



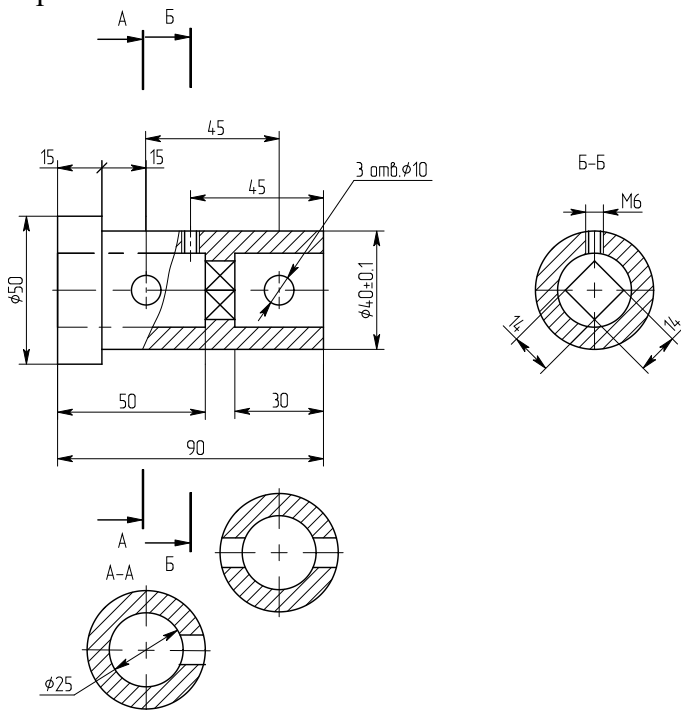
Варіант 1



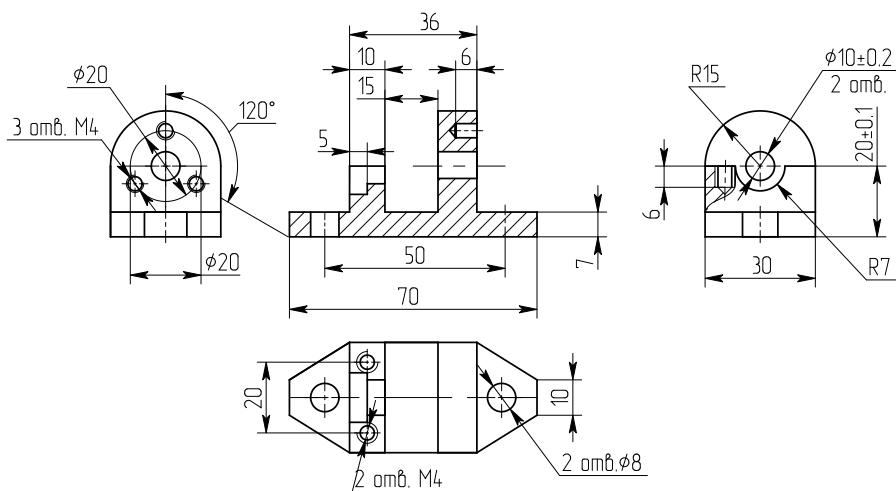
Вариант 2



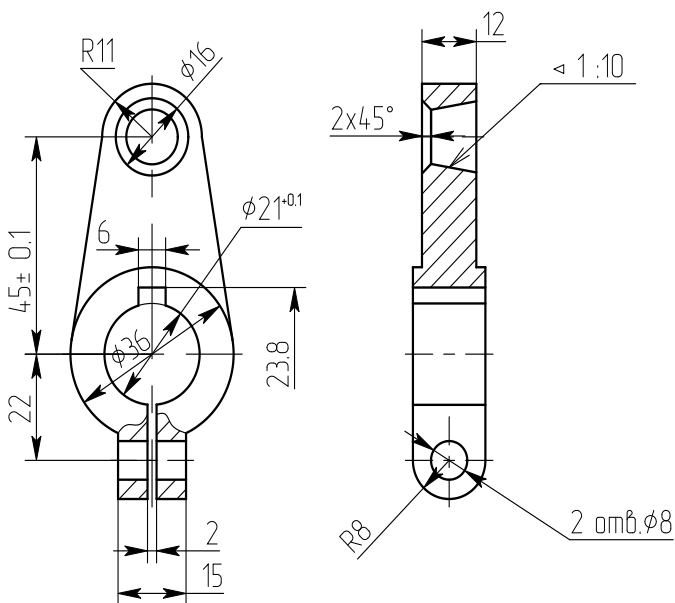
Вариант 3



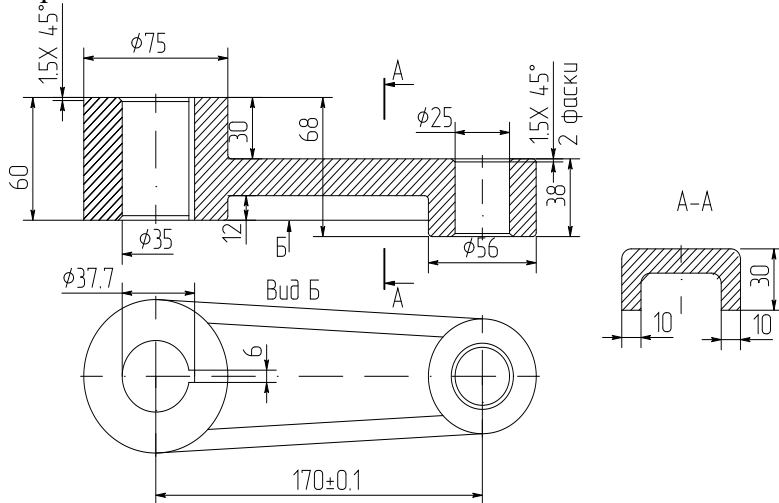
Вариант 4



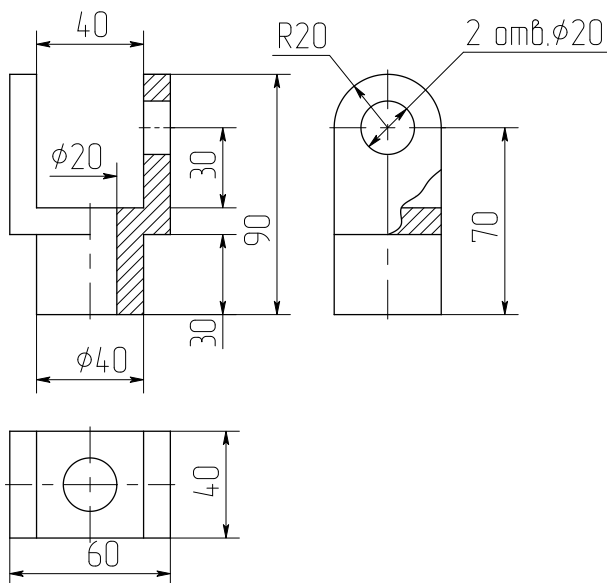
Вариант 5



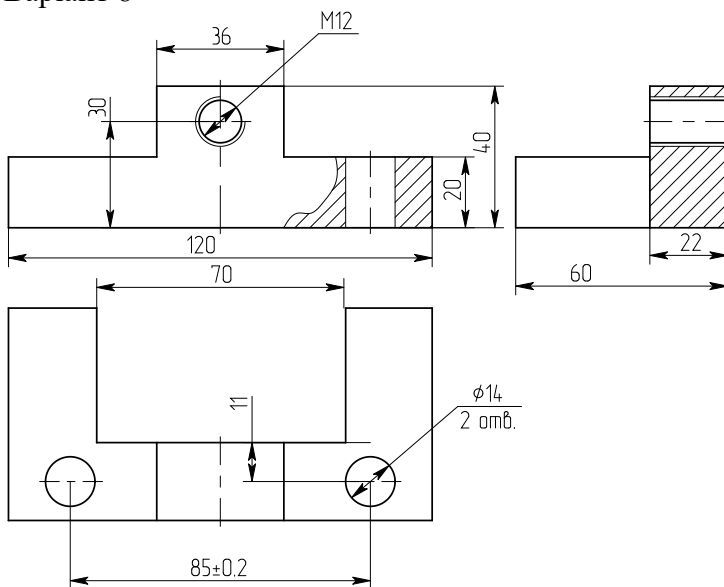
Вариант 6



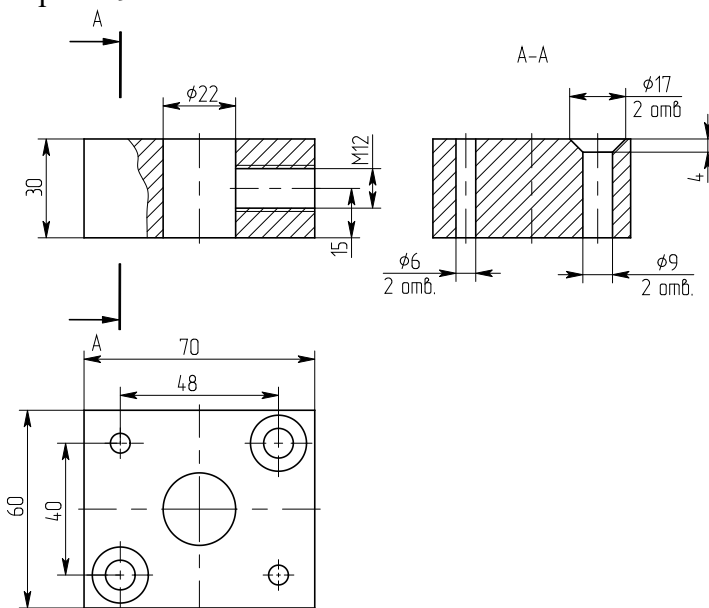
Вариант 7



Вариант 8



Вариант 9



Зміст звіту

1. Назва, мета роботи, використане обладнання та програмне забезпечення.
2. План побудови креслення
3. Висновки по роботі.

Контрольні запитання для самоаналізу та тестування

1. Як вибираються базові лінії?
2. Як створюються сплайни в системі T-FLEX CAD?
3. Що таке об'єктна прив'язка?
4. Які режими вибору зони штрихування є в T-FLEX CAD?
5. Як змінити тип лінії зображення?
6. Як проставляються розміри в T-FLEX CAD?
7. Як завершується робота з вибраною командою?
8. Як перевірити наявність геометричних зв'язків в кресленні?
9. Що розуміється під «параметризацією»?
10. Як змінити параметри штрихової?
11. Як указати допуски в розмірах?
12. Як виконати скорочені лінії побудов?
13. Як виконується вибір елемента на кресленні?
14. Для чого необхідні вузли?
15. Які типи вузлів Ви знаєте?
16. Які вузли використовуються при побудові параметричного креслення?
17. Як задаються геометричні параметри?

Література

[1],[2].

Лабораторна робота №4

Змінні та засоби роботи з ними

Мета роботи – оволодіти навичками створення параметричного креслення з використанням змінних в середовищі T-FLEX CAD.

Завдання: для побудованого в лабораторній роботі №1 параметричного креслення деталі «плита» задати змінні

Змінні T-FLEX CAD - допоміжні елементи системи, які дозволяють задавати різні види зв'язків, в тому числі і негеометричних, між елементами креслення. Змінними можна указувати параметри ліній побудов, задавати колір і видимість елементів креслення, параметри штрихових, зміст текстів і т.д. Змінні можна використовувати і при 3D моделюванні. Задаючи взаємозв'язки між значеннями змінних, що визначають параметри елементів побудов і зображення креслення, можна досягти автоматичного змінення всього креслення при зміні значення однієї чи декількох базових змінних.

Використання змінних в середовищі T-FLEX CAD дозволяє перенести ідею параметризації на якісно більш високий рівень.

Кожна змінна має унікальне ім'я і значення, яке обраховується у відповідності з математичним виразом. Крім того, змінна має коментар, в якому можна вказати, що власне визначає ця змінна

Змінні бувають двох типів:

- Дійсні (наприклад, 12; 125; -234; 781.234; 3.834e+6);
- Текстові (наприклад. «Текст»; «Ім'я»; «Строка»)

Ім'я змінної – це строчка символів, довжина якої необмежена. В імені змінної можуть використовуватись букви, цифри, символ _ (підкреслювання).

Ім'я змінної визначає тип змінної: дійсна чи текстова. Тип змінної визначається першим символом в її імені.

Ім'я *дійсної змінної* повинно починатися з букви. Ім'я *текстової змінної* повинно починатися з символу \$.

Наприклад:

VAR1; VVVV; VAR_1; \$TEXT; ШИРИНА;

ширина.

Для того щоб система могла в будь-який момент часу обрахувати значення змінної, для кожної змінної задається вираз.

Вираз – це математична формула, яка містить стандартні алгебраїчні дії, логічні дії, умовні операції, звернення до математичних функцій і функцій T-FLEX CAD, константи (дійсні або символічні), значення інших змінних. В результаті обрахунку виразу отримується значення, яке відповідає типу змінної.

В виразах можна використовувати *логічні операції* (операції порівняння). Результатом виконання логічної операції є дійсне число 1 (якщо відношення, що задається цією операцією є вірним) або 0 (в протилежному випадку).

Логічні операції:

- більше (>);
- менше (<);
- більше або дорівнює (>=);
- менше або дорівнює (<=);
- не дорівнює (!=);
- дорівнює (==);
- логічне і (&&);

- логічне або (||);
- логічне не (!)

Іншими варіантами умовної операції є *операція умови*. Вона представляє собою таку конструкцію:

Умова ? Значення 1 : Значення 2

Наприклад: VAR_1>100? 1:-1

Цей вираз читається так: якщо значення змінної VAR_1 більше 100, то результатом виконання цієї операції буде значення 1, в протилежному випадку результатом буде значення -1.

В системі T-FLEX CAD змінні можна створювати різними способами:

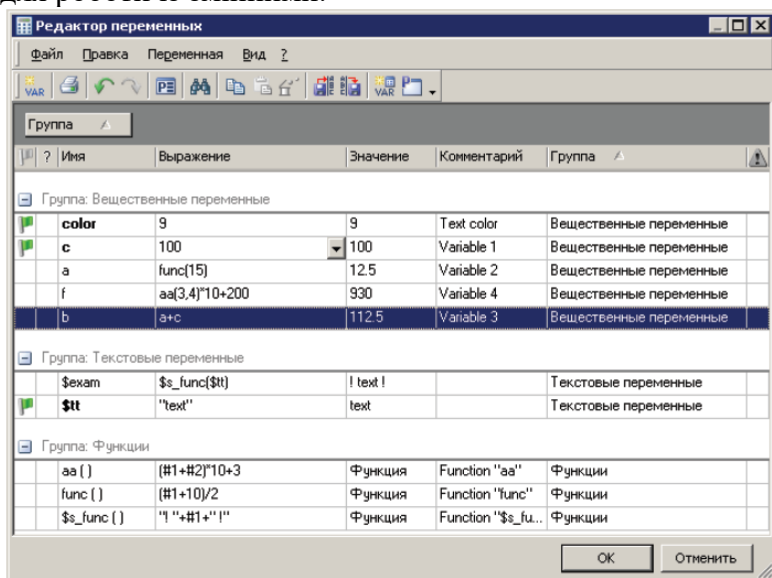
- за допомогою редактора змінних;
- при завданні і редагуванні параметрів ліній побудови;
- в текстовому редакторі;
- при завданні текстових строк в параметрах деяких елементів;
- при завданні значень практично всіх дійсних параметрів елементів (рівнів, пріоритетів і т.д.)

Основним інструментом роботи із змінними є редактор змінних. За його допомогою можна виконувати всі дії над змінними. Виклик редактору змінних здійснюється за допомогою команди «**V: Редактировать переменные**».

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<V>	« <u>П</u> араметры <u>П</u> еременные»	

Вікно редактора змінних має список всіх змінних поточного документа не залежно від способу їх створення. Список змінних представлений у вигляді таблиці, вигляд якої може бути змінений користувачем.

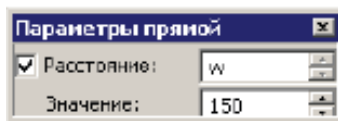
Редактор змінних має власне текстове меню і інструментальну панель, яка містить основні команди для роботи із змінними.



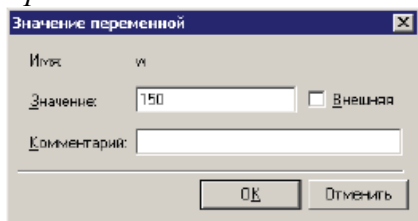
Порядок виконання роботи

1. Введення змінних в креслення.

1.1. Введення змінної, що визначає довжину деталі. Виберіть пряму лівої границі основного виду за допомогою *ЛКМ*. Пряма і та пряма, відносно якої вона побудована, стануть виділеними. Разом з тим автоматично запускається команда редагування ліній побудов. У вікні властивостей з'являються параметри прямої: відстань між базовою прямою і поточною прямою побудов (правою і лівою сторонами плити). Замість числового значення введіть ім'я змінної «**W**» і натисніть <**Enter**> або [**OK**].



Примітка: великі і малі літери в імені змінної не є рівнозначними. Змінні «W» та «w» різні.



В діалоговому вікні слід підтвердити введену змінну, указати її значення і, для подальшої зручності в роботі в полі

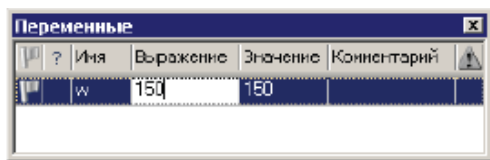
Комментарий записати

пояснення до цієї змінної (наприклад, *довжина деталі*).

Створену змінну «W» та її значення можна побачити у вікні «Переменные», яке розташоване під вікном властивостей. Укажіть курсором на число в графі «Выражение», натисніть *ЛКМ* для входу до редагування і задайте нове значення змінної, наприклад,

«170».

Пряма переміститься в нове положення, яке відповідає новому значенню довжини плити.



Ті ж саме дії можна виконати у вікні діалогу команди «**V: Редактировать переменные**»

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<V>	«Параметры Переменные»	

1.2. Завдання змінної **H**, що визначає ширину деталі. Виконується аналогічно п. 1.1. Але для завдання параметру слід *ЛКМ* вибрати верхню границю основного виду.

1.3. Задати вираз для змінної **H**. У вікні «Переменные» розташуйте курсор в полі «Выражение» змінної **H** і натисніть *ЛКМ* для входу до

режиму редагування. Замість числового значення введіть вираз « $W/3*2$ ». Це означає, що ширина деталі **H** буде дорівнювати двом третім довжині деталі **W**, і зміна значення **W** автоматично будуть призводити до зміни значення **H**.

1.4. Створення змінної «**R**», що визначає радіус кола, по якому спрягаються верхня і права лінія головного виду. Послідовність дій як в п. 1.1. Після підтвердження створення змінної «**R**» у вікні «**Переменные**» в полі «**Выражение**» змінної «**R**» задайте такий вираз: « $W < 100 ? 0 : 31$ ». Такий запис означає: якщо **W** менша ніж 100 мм, то **R** дорівнює 0, в протилежному випадку 31мм.

Перевірте ваше креслення, задаючи змінній **W** значення більші або менші 100. Зверніть увагу, що коли радіус округлення дорівнює 0, радіальний розмір зникає автоматично.

1.5. Задайте змінну і вираз для неї, щоб виконувалась така умова: якщо довжина деталі менша 100 мм, конічний отвір перетворюється в циліндричний з радіусом більшого отвору.

Зміст звіту

1. Назва, мета роботи, використане обладнання та програмне забезпечення.

2. Опис використаних змінних.

3. Варіанти побудови креслень з різними параметрами

3. Висновки по роботі.

Контрольні запитання для самоаналізу та тестування

1. Як створюються змінні?
2. Як формується ім'я змінної в системі T-FLEX CAD?
3. Які типи змінних використовуються в системі T-FLEX CAD?
4. Як задати дійсну змінну?
5. Як задати текстову змінну?
6. Що таке вираз в T-FLEX CAD?
7. Які операції використовуються в виразах в системі T-FLEX CAD?
8. Які стандартні математичні функції використовуються в системі T-FLEX CAD?
9. Які власні функції використовуються в системі T-FLEX CAD (навести приклади)?
10. Для чого потрібен коментар?
11. Чи можна при записі виразу використовувати «пробіл»?
12. Що таке зовнішня змінна?
13. Як встановити зовнішню змінну?
14. Як позначаються в «Редакторі змінних» змінні, які не використовуються для опису моделі?
15. Як викликати вікно «Редактора змінних»?
16. Що таке логічні операції?
17. що є результатом виконання логічної операції?
18. Як записуються операції умови?

Література

[1],[2].

Лабораторна робота №5

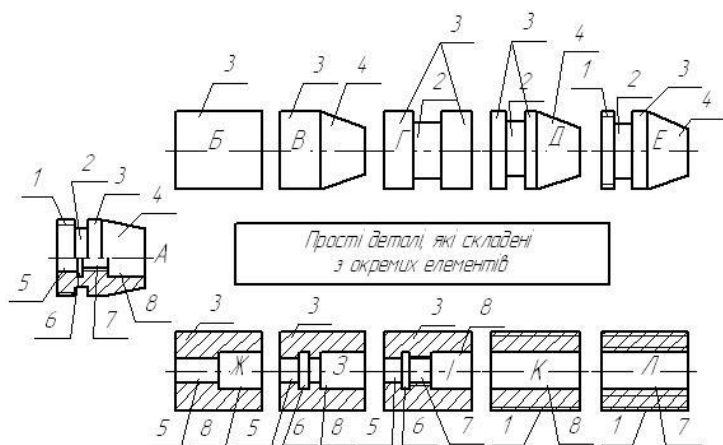
Розробка робочого креслення параметричної комплексної деталі

Мета роботи – оволодіти навичками створення параметричного креслення з використанням параметру «рівень» в середовищі T-FLEX CAD.

Завдання: для заданого комплекту деталей розробити параметричну модель комплексної деталі

В умовах серійного виробництва для виготовлення деталей машин широко використовується метод групової обробки, заснований на об'єднанні деталей в групи, для кожної з яких характерне використання однорідних (групових) технологічних операцій і загальна (групова) технологічна оснастка, що швидко переналагоджується. Основою для розробки технології групової обробки є креслення **комплексної деталі** – реальної найбільш складної в даній групі, або умовної, яка спроектована як сукупність геометричних елементів всіх деталей групи.

Приклад комплексної деталі (А) та деталей-представників (Б-Л): 1 – зовнішня різьба; 2 – зовнішня канавка; 3 – циліндрична зовнішня поверхня; 4 – конічна зовнішня поверхня; 5 – поверхня з уступами внутрішня; 5 – внутрішня канавка; 7 – внутрішня різьба; 8 – циліндрична внутрішня.



При розробці креслення комплексної деталі та отримання на базі комплексної деталі-представника зручними є такі інструменти T-FLEX CAD, як рівень, змінні, бази даних.

Рівень елементів

Кожен елемент моделі має рівень. Рівень елемента – це ціле число, яке визначає чи буде відображатися елемент на екрані при перемальовуванні, визначає вміст елемента.

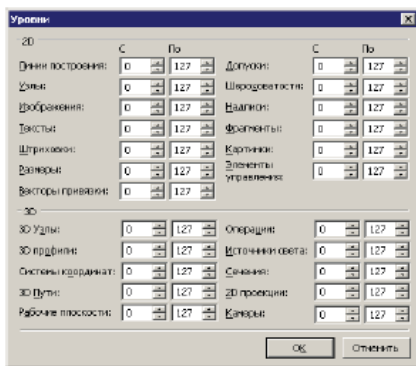
Значення рівня може знаходитися в інтервалі від -126 до 127. Рівень кожного елемента пов'язаний з системним інтервалом видимості елементів, який задається в команді **Show "SH: Задать урони отображения"**:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<SH>	«Настройка Уровни...»	

Після виклику команди з'являється вікно діалогу для завдання інтервалів рівнів елементів.

Видимість елемента при перемальовуванні визначається за таким правилом:

Якщо значення рівня елемента попадає в інтервал для елементів даного типу, то елемент буде відображатись при перемальовуванні креслення. І навпаки.



Оперуючи рівнем можна на базі одного креслення отримувати різні креслення.

Для прикладу створіть креслення, наведене на малюнку.



Задайте для діагональних ліній зображення прямокутника рівень за допомогою змінної «А». Встановіть значення змінної «А» рівне «1». У команді "SH: Поставити рівні відображення" задайте інтервал видимості ліній зображення 0-127. У редакторі змінних створіть змінну «В» з початковим значенням «1». Для змінної «А» в редакторі змінних напишіть наступне вираз: «В == 0 ?-1:1».

Після цього, задайте змінній «В» спочатку значення «1», а потім «0».

При першому значенні створена лінія зображення буде присутній на екрані, а при другому значенні - відсутніми.



Таким чином, використовуючи змінні в якості рівнів різних елементів, ви можете отримувати різні модифікації одного й того ж креслення.

Створення списку значень змінної

Для кожної змінної можна створити список можливих значень змінної (наприклад, ряд стандартних значень). Список можна створити або у вигляді текстового файлу, або встановивши посилання на існуючу внутрішню базу даних, або на основі списку матеріалів (тільки для 3D версії). Після цього значення будь-якої змінної, а точніше вираз, який визначає це значення, можна вибирати зі створеного списку.

Список значень змінної створюється за допомогою параметра «Список» у вікні властивостей змінної.

Спосіб створення списку значень вибирається з спадаючого меню даного параметра: Текст ; База даних; Файл; Дата; Матеріали

При створенні списку на основі тексту з'являється вікно тестового редактора, в якому можна сформулювати необхідний список значень. Кожне значення повинно розташовуватись в окремій строчці. Наприклад,

Список значений переменной «В»

6

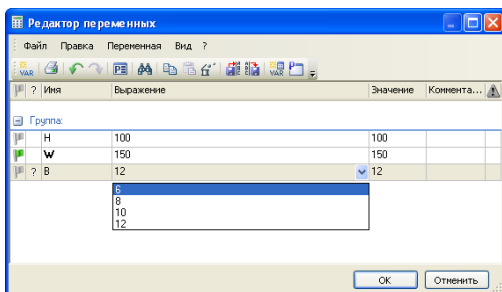
8

10

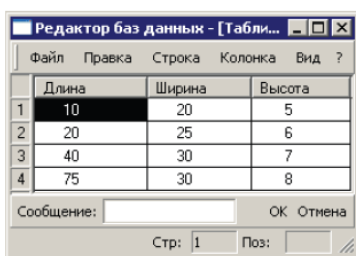
12

При створенні списку вам доступні всі операції текстового редактора. Підтвердження створення списку (ОК) призводить до повернення в редактор змінних. Доступ до значень здійснюється за допомогою указання курсором миші на графічну кнопку і натисканням ЛКМ. На екрані утворюється список значень, з якого вибирається потрібне і згідно до якого виконується перерахунок всіх змінних.

Список може містити строки будь-якого змісту, не обов'язково тільки константи. Це можуть бути і вирази. При виборі відбувається підстановка строки як виразу, і цей вираз перераховується. Якщо він виявляється невірним, то з'явиться повідомлення про помилку.

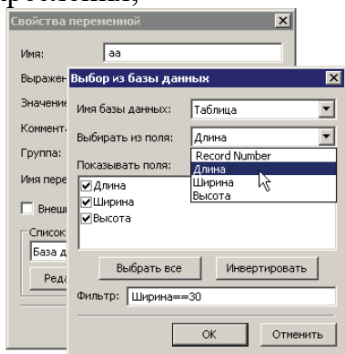


Можна не створювати текстовий список значень,



а використовувати існуючу базу даних, на основі якої буде формуватися список. Наприклад, є така база даних. Після виклику команди створення списку на основі бази даних з'являється вікно діалогу, в якому необхідно встановити параметри для формування списку. Необхідно вибрати:

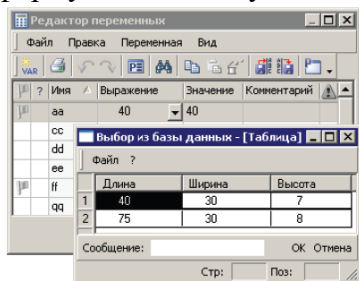
- ім'я бази даних зі списку всіх баз даних креслення;



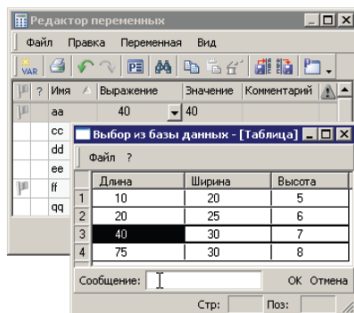
- вибрати колонку бази даних, з якої будуть вибиратися значення. Можна вибрати першу строку списку «Record number», в цьому випадку значення, яке повертається, буде номером вибраного запису

- вибрати колонки, які будуть з'являтися при формуванні списку

Поле «Фільтр» дозволяє задавати умови для формування списку.



Список на основе базы данных с использованием фильтра



Список на основе базы данных без использования фильтра

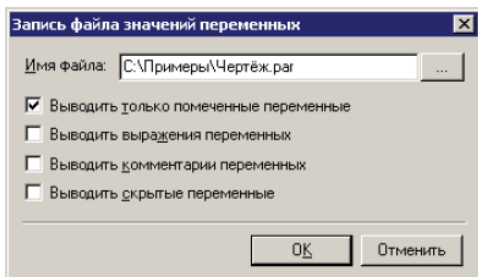
Запис змінних до зовнішнього файлу

При роботі над параметричними кресленнями і моделями зустрічаються задачі, коли необхідно зберегти декілька варіантів одного і того ж креслення. В такому випадку рекомендується зберігати декілька файлів параметрів із значеннями зовнішніх змінних, і при необхідності зчитувати значення з конкретного файлу. При цьому отримується готове креслення з необхідними параметрами. Для цього використовується запис змінних до зовнішнього файлу.

Значення змінних можна записувати до файлу параметрів, використовуючи команду **«Експортувати значення переменных»**:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
	«Файл Экспорт»	

Після виклику команди з'являється вікно діалогу, в якому треба указати ім'я файлу, в якому буде записана інформація. За замовчуванням ім'я файлу збігається з



ім'ям поточного креслення, розширення файлу «.rag». Можна задати довільне ім'я файлу.

Кожна змінна записується

в окремому рядку. Формат запису такий:

<ім'я змінної>=<значення>[/*<коментар>*/]

Ім'я і значення змінної записуються завжди. Коментар записується в тому випадку якщо встановлений один з параметрів: «**Выводить выражение**» або «**Выводить комментарий**».

Якщо в діалозі встановити мітку «**Выводить только помеченные переменные**», то в результируючий файл будуть записані тільки зовнішні змінні даного документа. Коли мітка знята, то виводяться всі видимі змінні.

Скриті змінні по замовчуванню не експортуються. Для того щоб до зовнішнього файлу були записані і вони, слід встановити мітку «**Выводить скрытые переменные**».

Наприклад, в редакторі є наступний набір змінних:

	?	Имя	Выражение	Значение	Комментарий	
	?	B	36	36	Ширина	
		L	127	127	Длина	
	?	h	L/2+73	136.5	Длина	

При записі файлу встановили параметри: виводити всі змінні крім скритих з виразами і коментарями. В результаті повинен бути файл такого змісту:

$h = 136.5 \text{ /* } L \text{ / } 2 + 73 \text{ ; Высота */}$ $B = 36 \text{ /* } 36 \text{ ; Ширина */}$ $L = 127 \text{ /* } 127 \text{ ; Длина */}$
--

Значення зовнішніх змінних можна зчитати, використовуючи команду: «Импортировать значения помеченных переменных»:

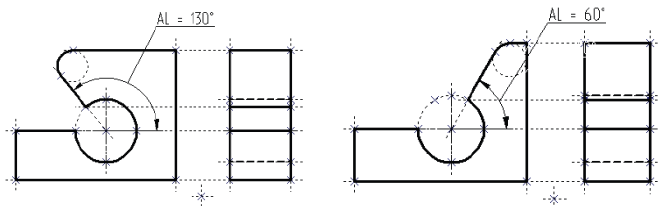
Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<Ctrl><R>	«ФайлИмпорт»	

Після виклику команди у вікні діалогу слід вказати ім'я файлу змінних. Якщо змінна є в файлі змінних, але відсутня в поточному кресленні, то вона не зчитується. Також не зчитуються змінні, які не описані в кресленні як зовнішні.

Змінні і рівні видимості

Часто буває зручно використовувати змінні в якості значень рівня видимості. Це дозволяє закривати однією параметричною моделлю більш широкий набір варіантів.

Наприклад, виконані два креслення з різними параметрами кута $\alpha = 130^\circ$ і $\alpha = 60^\circ$.



Обидва види взаємно пов'язані. Нахилена пряма створена як така, що проходить через вузол під кутом до горизонталі. Як параметр використовується змінна AL, яка приймає значення 130 і 60 градусів. Після змінень залишається верхня штрихова лінія, якої не повинно бути. Дана лінія зображення побудована на базі лінії побудови, створеної як паралельна горизонтальній

прямий і дотична до кола. Розв'язати дану проблему можна, якщо використовувати як рівень видимості ліній зображення змінну LEVEL. Значення цієї змінної визначається за такою умовою:

$$\text{LEVEL} = \text{AL} > 90 ? 0 : -1$$

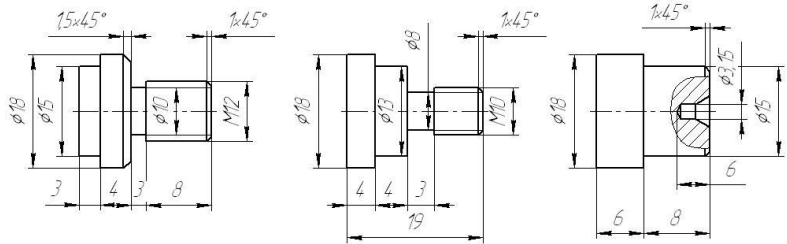
Інтервал видимості для ліній зображення встановлений від 0 (включається) до 127. В нашому випадку, якщо значення змінної $\text{AL} > 90$, то $\text{LEVEL} = 0$ і воно попадає в інтервал видимості. Лінія промальовується. Якщо $\text{AL} < 90$, то $\text{LEVEL} = -1$, виходить за межі видимості, лінія зображення не промальовується.

За допомогою такого підходу можна створювати моделі, які представляють різні виконання виробу, наприклад, креслення болта з різними виконаннями головки.

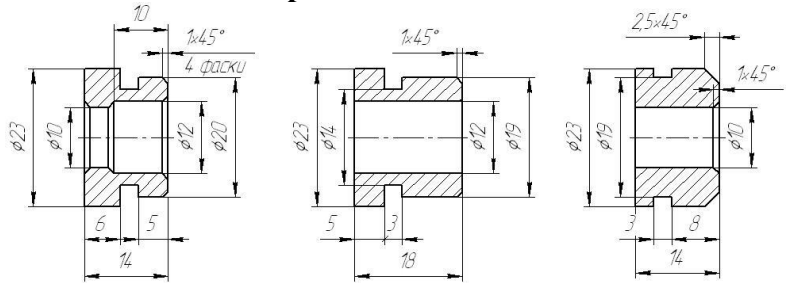
Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з конструкцією деталей. Визначити конструктивно подібні елементи деталей-представників.
2. Запустити систему T-FLEX CAD. Відкрити новий документ – Креслення.
3. Побудувати параметричне креслення комплексної деталі, згідно до варіанту. Перевірити геометричні зв'язки.
4. Використовуючи такі інструменти T-FLEX CAD, як рівні видимості, змінні, бази даних, задати параметри комплексної деталі таким чином, щоб отримати на базі креслення комплексної деталі креслення деталей-представників.

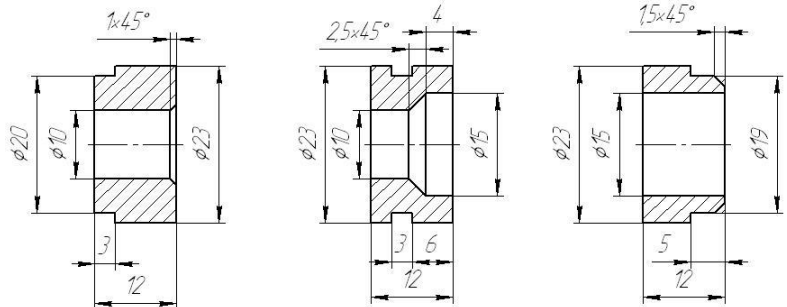
Вариант 1



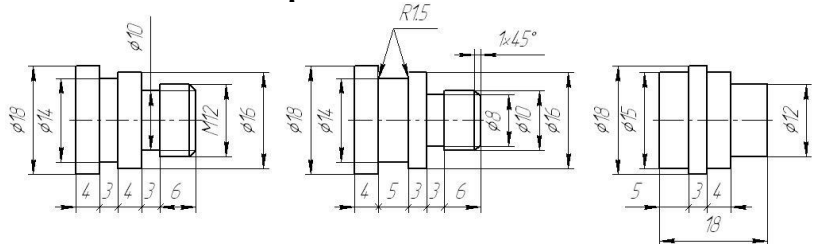
Вариант 2



Вариант 3



Вариант 4



Зміст звіту

1. Назва, мета роботи, використане обладнання та програмне забезпечення.
2. Опис використаних змінних та інструментів.
3. Варіанти побудови креслень з різними параметрами
4. Висновки по роботі.

Контрольні запитання для самоаналізу та тестування

1. Як створюються змінні?
2. Як формується ім'я змінної в системі T-FLEX CAD?
3. Які типи змінних використовуються в системі T-FLEX CAD?
4. Що таке рівень?
5. Як задати невидимість елементу за допомогою рівня?
6. Як створити список змінних?
7. Що називається комплексною деталлю?
8. Які інструменти T-FLEX CAD використовуються при створенні креслення комплексної деталі?
9. Які власні функції використовуються в системі T-FLEX CAD (навести приклади)?
10. Як записати змінні до зовнішнього файлу?
11. Чи можна при записі виразу використовувати «пробіл»?
12. Що таке зовнішня змінна?
13. Як встановити зовнішню змінну?

Література

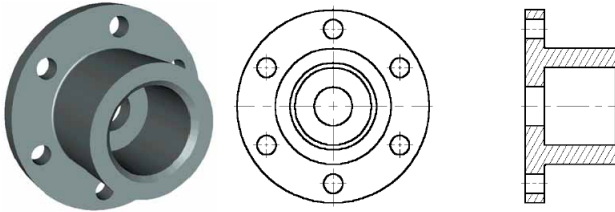
[1],[2].

Лабораторна робота №6

Основні прийоми роботи в T-FLEX CAD 3D

Мета роботи – оволодіти навичками роботи в середовищі T-FLEX CAD при створенні параметричної 3D моделі.

Завдання: побудувати параметричну 3D модель

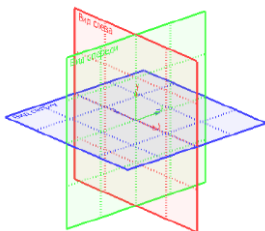


В системі T-FLEX CAD існують різні підходи до створення 3D моделі. Основний метод міститься в створенні більшості побудов моделі прямо у 3D вікні. При іншому підході 3D модель створюється на основі готових 2D креслень або допоміжних 2D побудов. Потім, якщо потрібно, незалежно від способу створення 3D моделі, можна отримати креслення, спроектувавши необхідні види, розрізи, перерізи, на які можна проставити необхідні розміри і елементи оформлення.

При використанні основного методу для створення тривимірної моделі цілком можна обійтися без 2D вікна. На рисунку представлено зображення деталі, для якої спочатку створимо тривимірну модель, потім автоматично отримуємо проекції і розтин.

Порядок виконання роботи

1. Створення допоміжних елементів
 - 1.1. Створити новий документ за допомогою команди "**Файл | Новая 3D модель**". Відкрилося 3D вікно із зображенням трьох робочих площин.



Поворот моделі виконується натисканням *ЛКМ* і переміщенням курсору в потрібному напрямку при утриманні кнопки натиснутою. Також можна використовувати стрілки на клавіатурі і клавіші

<Page Up> і <Page Down>.

Збільшення і зменшення зображення можна виконувати в будь-який момент за допомогою спеціального колеса миші *IntelliMouse* або ж використовуючи спеціальні команди на панелі «Вид» (вона знаходиться праворуч). Переміщення і масштабування сцени також доступно з використанням клавіш <Shift> і <Ctrl>.

1.2. Виконуємо команду  (Чертить на рабочей плоскости). Вибираємо робочу площину "**Вид зліва**". Стали доступними команди 2D креслення.

Для створення тіла обертання необхідні контур і вісь, навколо якої буде обертатися цей контур. При кресленні в 3D вікні можна застосовувати всі інструменти для креслення в 2D. Для створення параметричної моделі необхідно створювати спочатку лінії побудови, потім лінії зображення. На основі накреслених ліній зображення система може автоматично побудувати 3D профіль, який потім можна використовувати в подальших 3D операціях.

Для того щоб почати креслити, викличте команду:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<L>	“Построения Прямая”	

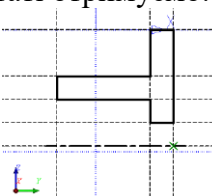
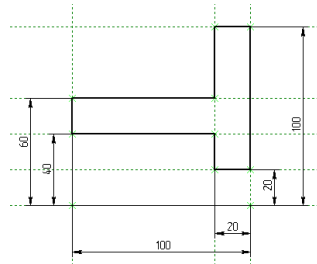
Після активізації робочої площини будь-якою командою 2D креслення головна панель перемикається

в режим "Робоча площина". У цьому режимі на панелі відображається набір піктограм для роботи на активній робочій площині.



Активна робоча площина для зручності автоматично повертається паралельно площині екрана. При бажанні її можна розвернути довільно. Режим обертання сцени включає і вимикає піктограма . Є можливість відкрити 2D вікно і продовжувати креслення у цьому режимі. Після закриття 2D вікна всі зміни можна побачити в 3D сцені. Відкрити і закрити 2D вікно можна натисканням на піктограму .

Побудуємо дві базові прямі (вертикальну і горизонтальну). Для цього в автоменю слід вибрати опцію: «<X> Створити дві перпендикулярні прямі і вузол» – це базові лінії, відносно яких побудуйте креслення за розмірами (рис.). Після побудови ліній зображення накресліть осьову лінію, в результаті отримуємо:

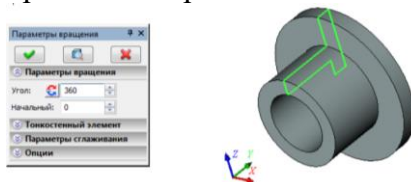


1.3. Створення операції обертання

Для створення тіла обертання не потрібно спеціально виходити з режиму креслення. Викличте команду «Обертання»:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<360>	“Операции Вращение”	

Система автоматично визначає на основі створених ліній контур, на базі якого будується 3D профіль, і вісь обертання. Ви можете спостерігати попередній перегляд результатів у вигляді реберного відображення. У нашому випадку потрібний кут обертання 360°. Зверніть увагу на вікно властивостей. Значення кута обертання, рівне 360°, встановлено за умовчанням, тому для підтвердження створення тіла обертання натискаємо кнопку підтвердження операції. Тіло обертання створено.



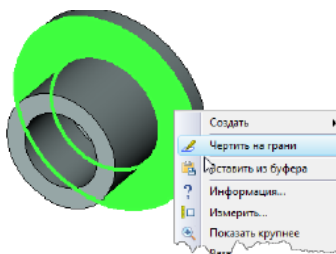
1.4. Створення отворів

Для утворення шести отворів в деталі можна використовувати різні способи. Самим швидким і простим є використання спеціалізованої операції **"Отвір"**. Вона дозволяє створювати в тілах отвори стандартних форм за наявними у службовій бібліотеці T-FLEX CAD шаблонах. При цьому від користувача потрібно тільки задати положення майбутнього отвору на тілі, вказати його тип і розміри.

Нестандартні отвори і пази можна створювати і без використання спеціалізованої операції. Для цього користувач повинен створити додаткове тіло, визначальне внутрішній об'єм отвору, і "відняти" його з основного тіла за допомогою булевої операції.

1.4.1. Створення отворів за допомогою спеціалізованої команди

Перш за все, створимо на одній з граней деталі 3D вузли, які відповідають центрам майбутніх отворів. Для того, щоб їх створити, знову знадобиться 2D креслення - для побудови допоміжних 2D вузлів на відповідній грані деталі. Для вибору грані підведіть курсор до потрібного елементу моделі - він підсвітиться. У цей момент слід натиснути ПКМ і в контекстному меню вибрати пункт «**Чертить на грани**» (див. малюнок).



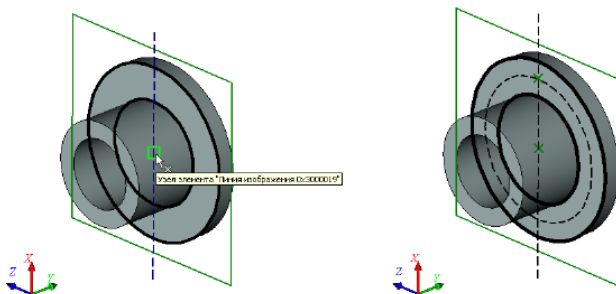
Команда " **Чертить на грани**" створює нову робочу площину на основі обраної плоскої грані. На цю площину автоматично проектується вихідна грань і включається режим креслення в 3D вікні. Подальші побудови можна прив'язувати до елементів проекції грані.

В команді <L> побудуйте вертикальну пряму прив'язану до центра кола.

В команді «<C> Построить окружность» побудуйте коло, прив'язане до центрального вузла з радіусом 80 мм.

В місці перетинання кола і вертикальної прямої побудуйте вузол, скориставшись командою:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<N>	“Построения Узел”	



По створеному 2D вузлу побудуйте 3D вузол. Для цього, не виходячи з режиму креслення на грані слід виконати команду:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<3D>	“Построения 3D Узел”	

Для створення 3D вузла підведіть курсор до створеного 2D вузлу та натисніть *ЛКМ*. 2D вузол буде позначений, а в автоменю команди стане доступною опція . Натисніть , і 3D вузол буде створений. Він буде розташований в площині обраної грані, а 2D вузол буде його проекцією на цю грань.

Створений 3D вузол буде визначати центр одного отвору з шести. Визначити центри інших отворів можна двома способами:

1. Побудувати на тій же робочій площині ще п'ять 2D вузлів і створити на їх основі 3D вузли (аналогічно створенню першого 3D вузла);
2. Створити 3D вузли за допомогою 3D масиву на основі першого 3D вузла.

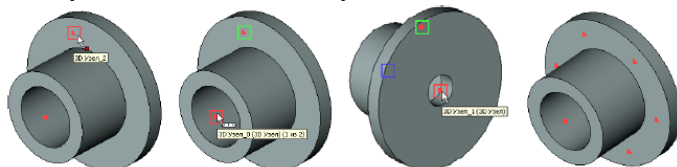
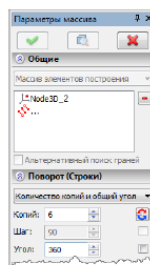
При використанні другого методу (більш швидкий) викличте команду **"3AR: Создать круговой массив "**:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<3AR>	“Операции Массив Круговой”	

У вікні властивостей команди встановить тип масиву як **"Массив элементов построения"**. Потім у 3D вікні підведіть курсор до створеного 3D вузла (він повинен підсвітитися) і натисніть для його вибору **ЛКМ**. Якщо все зроблено правильно, у вікні властивостей має з'явитися ім'я обраного для копіювання 3D вузла.

Потім необхідно вказати вісь обертання кругового масиву. Для цього можна використовувати пару 3D вузлів, автоматично створену при визначенні осі для операції обертання. Виберемо послідовно ці два 3D вузла.

Далі в розділі **"Поворот (Строки)"** вікна властивостей вкажемо, які параметри масиву будемо використовувати (**"Кількість примірників і загальний кут"**), і необхідні значення цих параметрів (кількість копій - 6, загальний кут - 360°). Для завершення створення кругового масиву 3D вузлів досить натиснути .



Выбор копируемого 3D узла

Выбор первого 3D узла оси вращения массива

Выбор второго 3D узла оси вращения массива

Результат создания массива 3D узлов

Після створення масиву 3D вузлів створюється отвір в команді **“3Н: Создать отверстие”**:

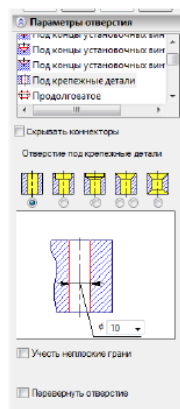
Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<3Н>	“Операции Отверстие”	

Після входу до команди слід вибрати опцію:

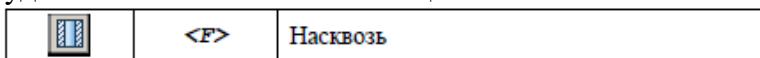
		Создать массив отверстий
---	---	--------------------------

Після цього підведіть курсор до одного з 3D вузлів кругового масиву та натисніть **ЛКМ**. У вікні властивостей команди виберіть тип отвору - "**Под крепежные детали**". У 3D вікні з'явиться попереднє зображення створюваних отворів.

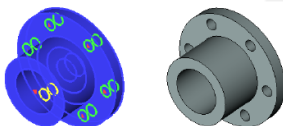
У нижній частині вікна властивостей розташоване вікно із схематичним зображенням отвору обраного типу і полями для введення параметрів отвору. Задайте для отворів діаметр 20 мм.



Для отворів даного типу в автоменю команди буде автоматично включена опція:



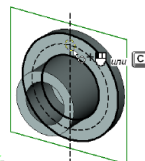
Підтвердження створення отворів опцією 



1.4.2. Створення отворів без використання спеціалізованої команди

Побудова вертикальної прямої, кола радіусом 80 мм виконується як в п 1.4.1.

Аналогічним чином побудуйте коло з радіусом 10 мм і центром на перетині попереднього кола і прямої. Створіть лінію зображення по колу радіусом 10 мм.



Далі можна піти двома шляхами. Можна накреслити ще 5 кіл, потім їх виштовхнути і відняти з тіла деталі. Або виштовхнути всього одне коло, а потім

"розмножити" отриманий отвір за допомогою кругового 3D масиву.

Для створення потрібної кількості копій кін зручно скористатися командою створення кругового 2D масиву:

Клавіатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<XR>	"Чертеж Массив Круговой массив"	

При цьому вибирається об'єкт для копіювання (коло), завершення вибору об'єктів підтверджується опцією , потім указується центр масиву і кількість копій (6).

Далі виконується операція виштовхування:

Клавіатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<3X>	"Операции Выталкивание"	

Система автоматично створює на основі накреслених ліній 3D профіль і встановлює вектор напрямку виштовхування перпендикулярно площині профілю.

Величину виштовхування, тобто глибину отвору, можна задати різними способами (числовим значенням, по довжині вектора спрямування тощо). У даному випадку необхідно отримати наскрізний отвір, тобто проходить через всю товщину деталі.

У вікні властивостей для параметра "**У напрямку**" встановіть значення "**Через все**", вибравши його зі списку.

У автоменю автоматично включиться опція створення булевої операції:

	<Ctrl>B>	Выполнить булеву операцию-вычитание
---	----------	-------------------------------------

Завершення виконання операції опцією 

1.5. Створення згладжування

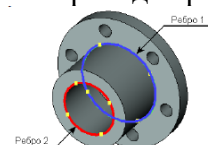
Наступний крок - остаточний етап створення 3D моделі - створення фаски і скруглення. Викличте команду:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<3DE>	“Операции Сглаживание Ребер”	

Виберіть опцію в авто меню:

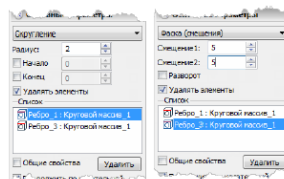
	<E>	Выбрать ребро
--	-----	---------------

Виберіть два ребра на моделі



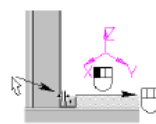
У вікні властивостей для кожного ребра можна задати окремі параметри, якщо зняти прапорець «Общие свойства».

Оберіть перше ребро зі списку і задайте тип згладжування - скруглення з радіусом 2 мм. Для другого ребра встановіть тип скруглення - фаска зі зміщеннями, і величину зміщень - обидва по 5 мм. Для підтвердження створення операції натискаємо на



1.6. Створення креслення

Відкрийте 2D вікно. Для цього підведіть курсор до лівого нижнього кута 3D вікна. При наближенні до спеціальної кнопки курсор змінить свій вид. Тепер можна натиснути і вести курсор вправо



приблизно до середини вікна. Потім потрібно відпустити натиснуту кнопку (див. малюнок). Система запитає вас, яке вікно ви хочете відкрити. потрібно поставити мітку навпроти 2D вікна і натиснути [OK].

При цьому 2D і 3D вікно будуть розділені по вертикалі. Аналогічного результату можна добитися після виклику команди

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<WSR>	“Окно Разделить по вертикали”	

Також можна відкрити нове вікно в команді:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<WO>	“Окно Новое”	

Для того щоб зробити нове 2D вікно активним, помістіть в нього курсор і натисніть *ЛКМ*.

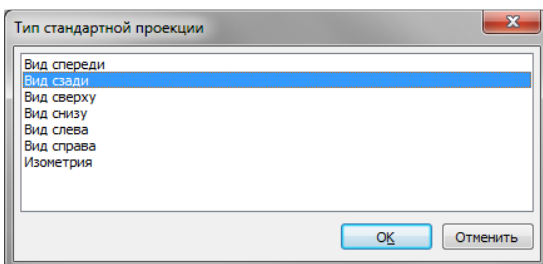
Для отримання проекцій і розрізів викличте команду створення проекцій:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<3J>	“Чертеж 2D проекция”	

В автоменю виберіть опцію:

	<6>	Создать стандартный вид
---	-----	-------------------------

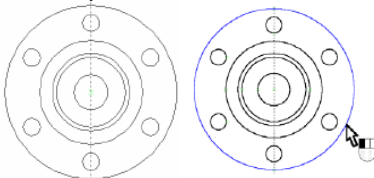
В діалоговому вікні виберіть «Вид сзади» і натисніть [OK].



Утворений на екрані блакитний прямокутник позначає габарити майбутньої проекції. Для зміни положення проекції слід використати опцію:

		Изменить положение проекции
---	---	-----------------------------

Для створення перерізу деталі спочатку слід виконати побудову додаткових ліній побудов: вертикальну пряму, що проходить через центр деталі (в команді «**L: Построить прямую**» використати опцію <V>) і лінію побудови – коло, що відповідає лінії-зображення зовнішнього кола (команда «**C: Построить окружность**»)



До точок перетинання ліній побудов (прямої і кола) прив'язати точки перерізу. В команді створення перерізу:

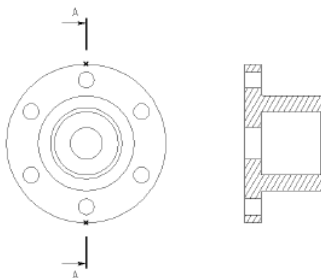
Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<SE>	“Чертеж Обозначение вида”	

виберіть послідовно дві точки – перетинання лінії і кола, підтвердить

Побудова розрізу на основі створеного 2D перетину виконується в команді створення 2D проекції «3J: Создать 2D проекцию». В автоменю слід послідовно вибрати опції:

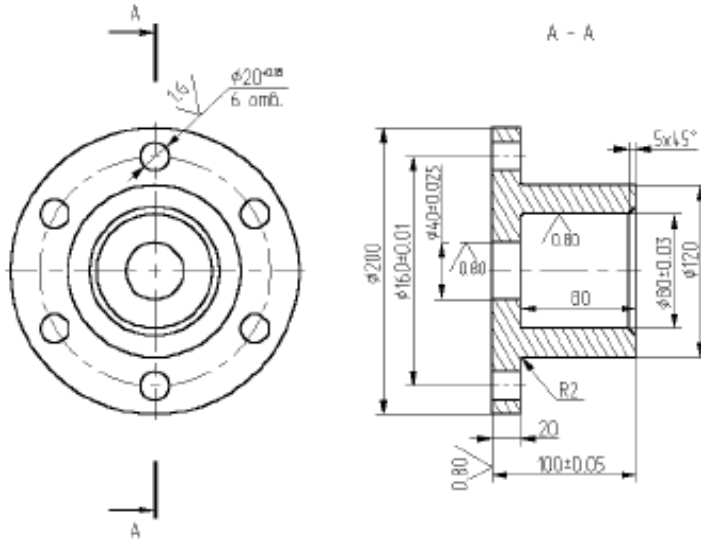
	<2>	Создать разрез или сечение
	<L>	Выбор обозначения вида для создания проекции

Укажіть курсором на позначення виду і натисніть ЛКМ. Переміщаючи курсор, укажіть положення проекції і зафіксуйте ЛКМ (при цьому зберігається проекційний зв'язок). Для завершення створення проекції натисніть





Остаточно оформіть креслення, указавши осьові лінії, розміри, шорткості.



Зміст звіту

1. Назва, мета роботи, використане обладнання та програмне забезпечення.
2. Побудована 3D модель.
3. Оформлене креслення деталі.
4. Висновки по роботі.

Контрольні запитання для самоаналізу та тестування

1. Як створюються 3D моделі?
2. Що таке масив?
3. Як на основі 3D моделі створити 2D проєкції?
4. Для чого необхідно виконувати додаткові побудови ліній побудов при створенні перерізів?

Література

[3],[4].

ЛИТЕРАТУРА

1. T-FLEX CAD 2D. Руководство пользователя. – М.: АО «Топ Системы», 1999.
2. T-FLEX CAD. Краткий вводный курс– М.: АО «Топ Системы», 2008
3. T-FLEX CAD. Основы 2D проектирование и черчение. Руководство пользователя – М.: АО «Топ Системы», 2008
4. T-FLEX CAD. Трехмерное моделирование. Руководство пользователя– М.: АО «Топ Системы», 2008.

ЗМІСТ

Вступ.....	5
Лабораторна робота № 1	
Основні прийоми роботи в T-FLEX CAD 2D.....	8
Лабораторна робота № 2	
Розробка креслень в середовищі T-FLEX CAD в режимі автоматичної параметризації.....	28
Лабораторна робота №3	
Розробка параметричного креслення деталі в середовищі T-FLEX CAD.....	38
Лабораторна робота №4	
Змінні та засоби роботи з ними.....	50
Лабораторна робота №5	
Розробка робочого креслення параметричної комплексної деталі.....	57
Лабораторна робота №6	
Основні прийоми роботи в T-FLEX CAD 3D...	68
Література.....	81

ДЛЯ НОТАТКІВ