

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання курсового проекту з дисципліни
«Програмне забезпечення АСУ»

для студентів спеціальності 8.050202
«Автоматизація управління технологічними процесами»
денної та заочної форми навчання

Затверджено
редакційно-видавничою
радою університету,
протокол № 1 від 07.06.2013 р.

Харків
НТУ «ХП»
2013

Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Програмне забезпечення АСУ» для студентів спеціальності 8.050202 «Автоматизоване управління технологічними процесами» денної та заочної форми навчання / уклад. Хавін Г.Л. – Х. : НТУ «ХП», 2013. – 32 с.

Укладач Г.Л. Хавін

Рецензент О.М. Ушаков

Кафедра технології машинобудування та металорізальних верстатів

Вступ

Метою курсового проектування з дисципліни «Програмне забезпечення АСУ» як одного з етапів навчання за спеціальністю 8.050202 «Автоматизація управління технологічними процесами» є застосування теоретичних знань, практичних навичок та вмінь, що одержані в процесі навчання, використання їх у практичній роботі з проектування роботизованого комплексу та програмування обробки на верстатах з ЧПУ. Курсовий проект є одним з етапів підготовки до дипломного проектування спеціалістів та магістрів. Для забезпечення якісного досягнення мети вирішуються такі завдання:

- поширення, систематизація, закріплення та поглиблення теоретичних знань і застосування цих знань для проектування роботизованих технологічних процесів механічної обробки виробів;
- проектування механічної обробки фрезеруванням шляхом складання програми контурної обробки для верстатів з ЧПУ;
- розвиток і закріплення навичок ведення самостійної творчої інженерної діяльності з використанням сучасних засобів обчислювальної техніки.

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Мета курсового проекту – подальше закріплення знань, що одержані на лекціях і практичних заняттях, та під час виконання лабораторних робіт. Курсовий проект присвячено навчанню самостійно розробляти проект автоматизації технологічного процесу операції механічної обробки, у

цьому випадку робото-технічного комплексу (РТК), та створенню програм фрезерної обробки у пакеті автоматизованої підготовки управляючих програм. Розробка і компоновка РТК є однією з найбільш актуальних проблем у промисловості. РТК використовуються у серійному виробництві й основу системи становить верстат з числовим програмним управлінням (ЧПУ). Завантаження і розвантаження комплексу проводиться із застосуванням автоматизованого завантажувального пристрою (АЗП). Зміна інструменту здійснюється з допомогою револьверної головки або магазину інструментів. РТК має властивості приєднання до центральної транспортно-складської системи, до системи інструментального забезпечення та керуючих пристроїв вищого рівня.

Основні характеристики РТК:

- здатність працювати зазначений час без безпосередньої участі оператора;
- автоматичне виконання операцій, налагодження і впровадження змін в управління;
- легкість пристосування до вже функціонуючих виробництв і до РТК більш високого рівня;
- економічна ефективність.

Виконання курсового проекту передбачає:

- визначення об'єкта автоматизації;
- розробку укрупненого технологічного процесу;
- вибір обладнання, у тому числі вибір верстата, промислового робота, завантажувально-розвантажувального пристрою;
- вибір технологічної операції з технологічного процесу для автоматизації;
- проектування компоновки РТК;
- розробка блок-схеми функціонування РТК;

- розробка циклограми роботи РТК;
- розробка управляючої програми для верстата з ЧПУ;
- практичну роботу студентів з програмування і самостійного аналізу результатів.

Курсовий проект є результатом самостійної роботи студента із засвоєнням теоретичних основ АСУ, проектування технологічного процесу, оволодіння методами розробки РТК, програмування управляючих програм для верстатів з ЧПУ на мові ІНТЕРСАП. При виконанні курсового проекту треба мати навички з побудови технологічного процесу, вибору обладнання, розробки технологічних операцій, побудови схеми функціонування РТК, побудови циклограми роботи обладнання, розробки алгоритмів і програм у середовищі програмування, самостійного аналізу прийнятих рішень.

Для виконання курсового проекту студент повинен вивчити лекційний матеріал, засвоїти матеріал, що надається на практичних заняттях, виконати лабораторні роботи та індивідуальне завдання, ознайомитися з додатковою літературою. Курсовий проект повинен носити творчий характер і бути виконаним у відведений строк.

2 СТРУКТУРА, СКЛАД ТА ОБСЯГ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

Курсовий проект складається з двох частин. У першій передбачено виконання завдання з розробки технологічної операції та технологічного процесу автоматизації, проектування компоновки РТК (розробка блок-схеми функціонування РТК, циклограми роботи РТК та ін.). У другій частині – розробка управляючої програми для верстата з ЧПУ, з урахуванням особливостей даної деталі і компоновки РТК.

Варіанти для виконання курсового проекту студент обирає за вказівкою викладача. Варіанти курсового проекту наведені у додатку. Розміри деталей та їх конфігурацію змінювати заборонено.

Курсовий проект містить виконання 9-ти основних пунктів, які становлять 100 % його обсягу. Кожен розділ у ньому займає:

- визначення об'єкта автоматизації – 5 %;
- розробка укрупненого технологічного процесу – 10 %;
- вибір обладнання, у тому числі вибір верстата, промислового робота, завантажувально-розвантажувального пристрою – 5%;
- вибір технологічної операції з технологічного процесу для автоматизації – 10 %;
- проектування компоновки РТК – 10 %;
- розробка блок-схеми функціонування РТК – 10 %;
- розробка циклограми роботи РТК – 15 %;
- розробка управляючої програми для верстата з ЧПУ – 30 %;
- практична робота студентів з програмування і самостійного аналізу результатів – 5 %.

Курсовий проект оформляється у вигляді розрахунково-пояснювальної записки, що містить: титульний аркуш, варіант завдання, викладений матеріал за змістом роботи, програму для верстата з ЧПУ, висновки з аналізом проведеної роботи, список джерел інформації.

Об'єм розрахунково-пояснювальної записки повинен складати не більше 20–25 листів паперу стандартного розміру А4, що надруковано або написано з виконанням вимог стандарту НТУ „ХП”. Звіт складається з окремих розділів з назвою, що логічно впливає із змісту і параграфів. Курсовий проект повинен починатися з титульного аркуша і закінчуватися списком джерел інформації.

До розрахунково-пояснювальної записки повинна бути додана електронна версія курсового проекту з файлами програми і звітності. При захисті курсового проекту необхідно продемонструвати працездатність розробленої програми та її графічний аналог.

3 ОСНОВНІ ЕТАПИ І ГРАФІК ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

Номер етапу	Вид роботи	Тиждень виконання	Об'єм виконання, %
1	Одержання завдання	1	—
2	Визначення об'єкта автоматизації	2	5
3	Розробка укрупненого технологічного процесу	3,4	15
4	Вибір верстата, промислового робота, завантажувально-розвантажувального пристрою	5	20
5	Вибір технологічної операції для автоматизації	6,7	30
6	Проектування компоновки РТК	8	40
7	Розробка блок-схеми функціонування РТК	9	50
8	Розробка циклограми роботи РТК	10–11	60
9	Розробка управляючої програми для верстата з ЧПУ	12–14	95
10	Аналіз результатів, написання звіту	15,16	100

4 ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

1 Визначення об'єкта автоматизації

Об'єктом автоматизації є операція технологічного процесу для обробки одноконтурної деталі, що задана за умовами виконання проекту.

Можна встановити, що для її обробки достатньо однієї технологічної операції – фрезерування. Таким чином, ця технологічна операція (фрезерування) і є об'єктом автоматизації при виконанні цього курсового проекту.

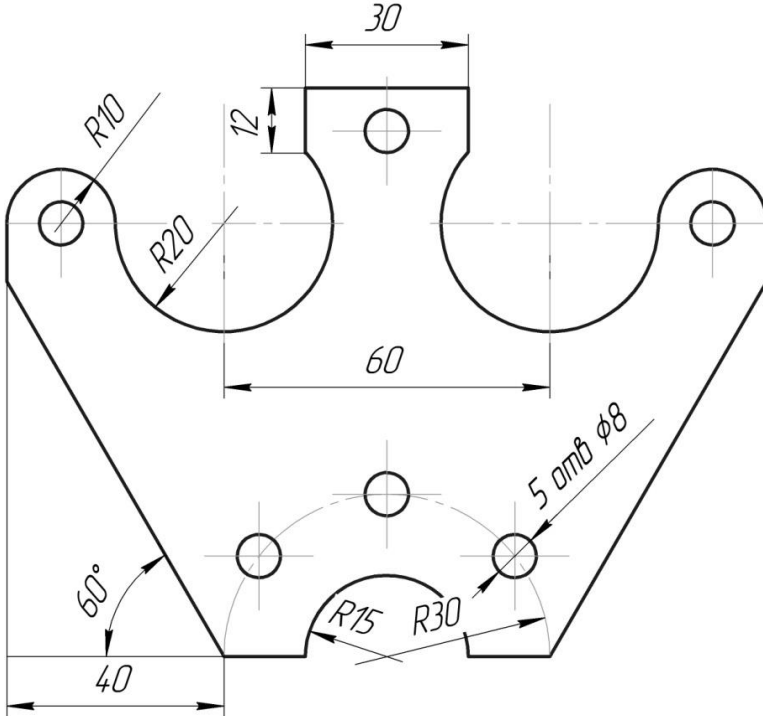


Рисунок 1 – Приклад деталі за умовами завдання

2 Розробка укрупненого технологічного процесу

Визначимо укрупнено склад операцій [1–3]:

- 1) встановлення деталі у пристосування на столі верстата;
- 2) фрезерування контуру деталі відповідно до управляючої програми металоріжучого верстата;
- 3) знімання деталі зі столу верстата.

Для обробки контуру деталі оберемо твердосплавну фрезу 11-1-А-1-12-83 відповідно ДСТУ «Фрези кінцеві з циліндричним хвостовиком» або ГОСТ Р53002-2008 (рис. 2) параметри якої надано у табл. 1.

Таблиця 1 – Геометричні параметри обраного інструменту (фрези)

Позначення	d	$L1$	l	$d1$
11-1-А-1-12-83	11	83	26	12

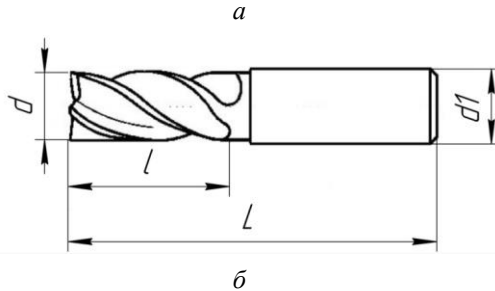


Рисунок 2 – Обрана твердосплавна фреза 11-1-А-1-12-83;
 a – загальний вигляд фрези, b – креслення фрези

3 Вибір обладнання

Вибір обладнання містить такі пункти:

- вибір верстата;
- вибір промислового робота;
- вибір завантажувально-розвантажувального пристрою.

3.1 Вибір верстата

За технологічним процесом необхідно одержати виріб, що являє собою площинну фігуру. Таким чином для її обробки підходить фрезерний верстат. Оберемо вертикально-фрезерний верстат з ЧПУ наприклад FANUC XD-40.

Вертикально-фрезерні верстати серії XD-40 розроблені з використанням останніх світових технологій і є новим поколінням цих верстатів. Ця серія ідеально підходить для дрібносерійних та одиничних виробництв середніх та малих деталей. Верстат комплектується ЧПУ FANUC Oi-mate або Siemens 802C/8020 або будь-якою іншою системою.

Вертикально-фрезерний верстат з ЧПУ FANUC XD-40 призначений для виконання усіх видів фрезерних робіт, свердлення, зенкерування та розточування отворів у деталях з чорних, кольорових та високоміцних металів і сплавів в умовах одиничного та дрібно серійного виробництва. Особливістю вертикально-фрезерний верстата є можливість плавної зміни частоти обертання шпинделя. За технічними характеристиками верстати цього типу мають одне з кращих співвідношень ціна – якість серед обладнання такого класу.

Верстат має трьохосьове паралельне керування, програмування високого рівня (макрокоди), графічний дисплей, що гарантує дуже високу точність виконання команд ЧПУ і дозволяє оператору швидко втручатися у роботу верстата й одержувати бажаний результат. Сервопривод постійного струму з цифровим керуванням забезпечує точні та швидкі пересування за усіма 3-ма осями. Велика кількість операцій, таких як фрезерування, свердлення, зенкерування, розточування, нарізання різі тощо, можна здійснювати за одне встановлення деталі. Стіл і супорт верстата відливаються зі спеціального високоміцного чавуну, вони компактні, мають велику зону завантаження, високу жорсткість і відмінні антивібраційні характеристики, що можуть забезпечувати саму високу точність обробки на верстатах подібного класу. Конструкція містить потужний високомо-

ментний шпиндель та вмонтовану систему подачі мастильно-охолодної рідини (МОР) у зону різання, що дозволяє забезпечувати високошвидкісні режими різання. Як додаткове обладнання верстат може бути укомплектований поворотним столом (4-та вісь), що управляється центральною системою ЧПУ верстата. За допомогою нього можлива чотириосьова обробка контурів будь-якої складності.



Рисунок 3 – Вертикально-фрезерний верстат XD-40

Таблиця 2 — Технічні характеристики вертикально фрезерного верстата

Модифікація	XD-40
Зміщення уздовж осі X (поздовжнє зміщення шпиндельної бабки), мм	600
Зміщення уздовж осі Y (поперечне зміщення шпиндельної бабки), мм	420
Зміщення уздовж осі Z (вертикальне зміщення шпиндельної бабки), мм	500
Робоча поверхня, мм	420×800
Допустиме навантаження на стіл, кг	300
Максимальна частота обертання шпинделя, хв ⁻¹	6000

Такі верстати використовуються в енергомашинобудуванні, приладобудуванні, верстатобудуванні та у багатьох галузях промисловості. Завдяки невеликим розмірам та універсальності ці верстати використовуються на будь-яких дільницях механічної обробки. Технічні характеристики цього верстата наведено у табл. 2.

3.2 Вибір промислового робота

З метою збільшення продуктивності виробництва деталей такого типу без погіршення їх якості доцільно використовувати автоматизоване виробництво, наприклад встановлення промислового робота. Вибір промислового робота виконується студентом самостійно [4,5]. Це рішення у курсовому проекті студентом повинно бути ретельно обґрунтоване: доцільність встановлення, технічні характеристики, співвідношення ціни і якості та інше.

У якості прикладу можна розглянути роботи серії MOTOMAN-SSF2000.



Рисунок 4 – Промисловий робот MOTOMAN-SSF2000

Роботи MOTOMAN-SSF2000 достатньо широко застосовуються у виробництвах на різних заводах для виконання операцій зі зварювання, завантаження, палетизації, пакування та інших автоматизованих операцій, окрім того, вони використовуються в лікарнях у головного мозку та рентгенографії. Цей малогабаритний пристрій з радіусом дії до 1390 мм має шість осей і забезпечує високу швидкість та точність руху з далеким оглядом. Він також використовує усі переваги самої надійної і поширеної керуючої платформи фірми MOTOMAN-SSF2000, яка основана на застосу-

ванні ПК. Технічні характеристики обраного промислового робота повинні бути наведені студентом.

3.3 Вибір завантажувально-накопичувального пристрою

Як завантажувально-накопичувальний пристрій (ЗНП) оберемо бункерний завантажувальний пристрій з гачками, що наведено на рис. 5.

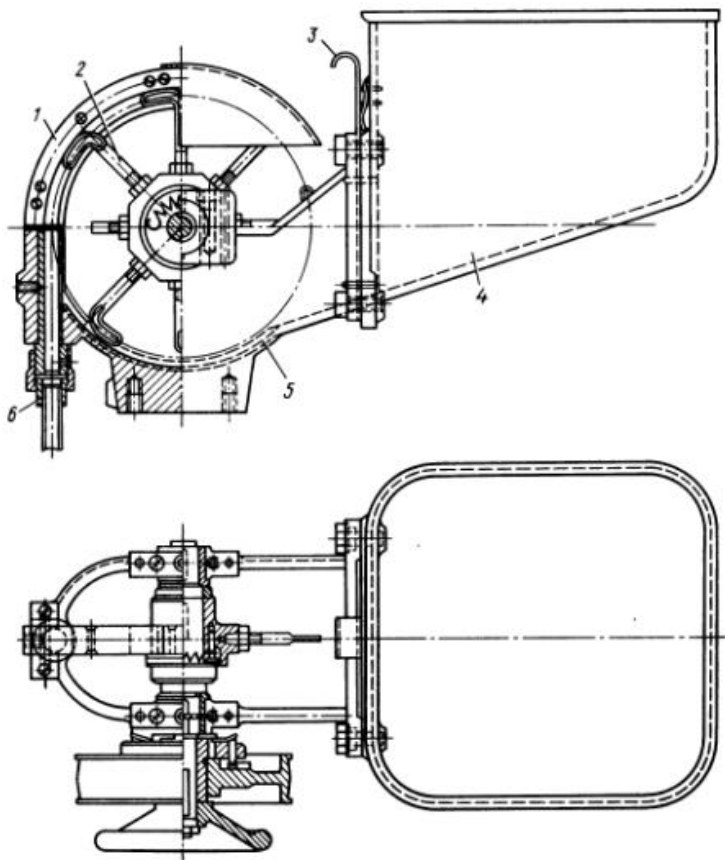


Рисунок 5 – Навантажувально-накопичувальний пристрій

У дисковому пристрої із захватними органами 2 у вигляді гачків предмети обробки (ПО або заготовки) розташовані у бункері 5, що має підбункер 4 [4,5]. Завдяки останньому можна мати великий запас заготовок. Однак вся ця маса не діє у процесі у бункерному завантажувальному пристрої (ЗП) тому що за допомогою засува 3 до робочих органів надходить лише точно дозована порція ПО. Завдяки нахилу дна бункера і змінного поперечного перерізу бункера, а також за рахунок сил тертя та тяжіння заготовки до моменту захоплення займають сприятливе для цього положення, розташувавшись відкритою частиною вперед, що і визначає захват.

Захоплені гачками заготовки або ПО транспортуються до лотка-магазину 6, і при цьому правильне положення заготовки зберігається за допомогою спеціальної трубки 1. Якщо перед входом у трубку з якої-небудь причини заготовка не займає правильного положення, то під дією амортизатора вібратора вона зштовхується або змінює положення. Видавання заготовок здійснюється під дією сили тяжіння у лоток. Якщо лоток буде переповнено, тоді або предмет обробки не буде подано до лотка і він залишиться на захоплювальному органі і зробить ще один цикл руху до видачі, або заготівка упреться у заготівку у лотку, захоплювальний орган зупиниться і почне працювати амортизатор-вібратор. Цей пристрій (амортизатор-вібратор) буде працювати в тому випадку, коли заготовка застрягне, наприклад, на вході трубки 1.

Після обробки заготовки на верстаті робот переміщує одержану деталь на палети так, щоб вона зайняла орієнтоване положення. Таким чином другий завантажувально-накопичувальний пристрій, для готових деталей буде являти собою багатоярусні палети [4,5].

4 Вибір технологічної операції з технологічного процесу для її автоматизації

Перш за все складемо часову структуру операції фрезерування. Час для обробки деталі можна визначити як суму [4,5]:

$$T = t_{cut} + t_{ebw} + t_{ubw} + t_{er} + t_{eer} + t_{id} + t_{dd} + t_{rd} + t_r + t_{se} + t_{tr},$$

де t_{cut} – час обробки; t_{ebw} – час завантаження партії деталей; t_{ubw} – час розвантаження партії деталей; t_{er} – час переналагодження верстата; t_{eer} – час підналагодження верстата; t_{id} – час встановлення деталей; t_{dd} – час зняття деталей; t_{rd} – час читання креслення; t_r – час відпочинку; t_{se} – час простою; t_{tr} – час пересування робота.

Цей вираз можна спростити, прийнявши

$$T = t_{cut} + t_{er} + t_{id} + t_{dd} + t_{tr}.$$

5 Проектування компоновки РТК

Для проектного РТК обираємо кругову компоновку, що відрізняється тим, що обладнання розташовано навколо промислового робота, рис. 6. При цьому робот обслуговує усі позиції РТК. Кругова компоновка характеризує мінімальний час обслуговування, незручність обслуговування для оператора, мінімальну кількість обладнання, яке можна розташувати біля робота, тому що зона визначається параметрами промислового робота.

РТК містить:

- металорізальний верстат та магазин інструментів *I*;
- промисловий робот *II*;
- ЗНП для заготовок бункерного типу *III*;
- ЗНП для готових деталей модульного типу, що виконано у вигляді ярусів з палет *IV*.

6 Розробка блок-схеми функціонування РТК

Для розробки блок-схеми функціонування РТК покажемо траєкторію руху промислового робота і визначимо на ній опорні точки, рис. 6.

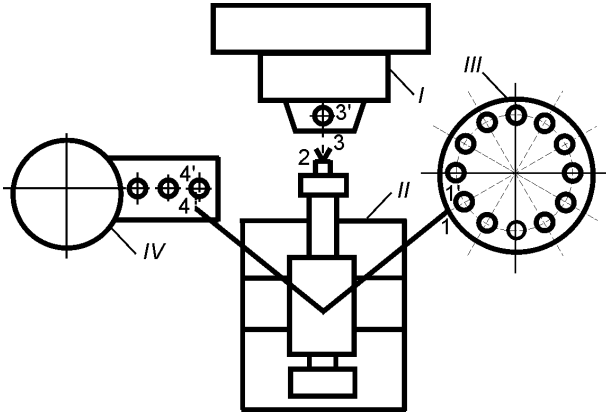


Рисунок 6 – Компонівка і траєкторія руху промислового робота

7 Розробка циклограми роботи РТК

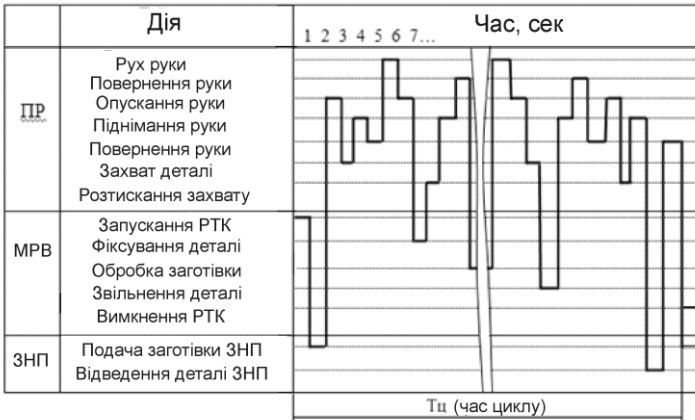


Рисунок 7 – Циклограма роботи РТК

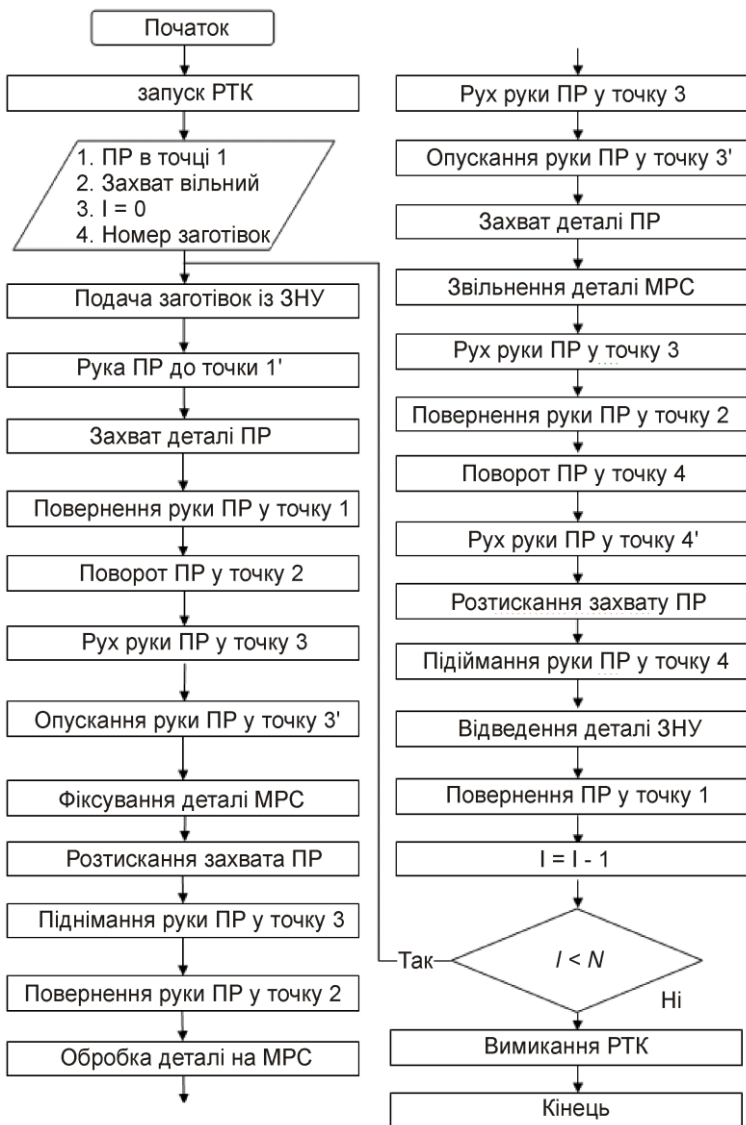


Рисунок 8 – Блок-схема роботи РТК

8 Розробка управляючої програми для верстата з ЧПУ

Розробка програми проводиться для вказаного варіанта завдання у системі автоматизованої підготовки управляючих програм ІНТЕРСАП [6]. Багатопрхідна обробка по контуру. Припуск по внутрішньому контуру 0,5 мм зняти не менш чим за три проходи, припуск по зовнішньому 0,5 мм зняти за два проходи. Ескіз деталі з нанесеними найменуваннями геометричних об'єктів наведено на рис. 9.

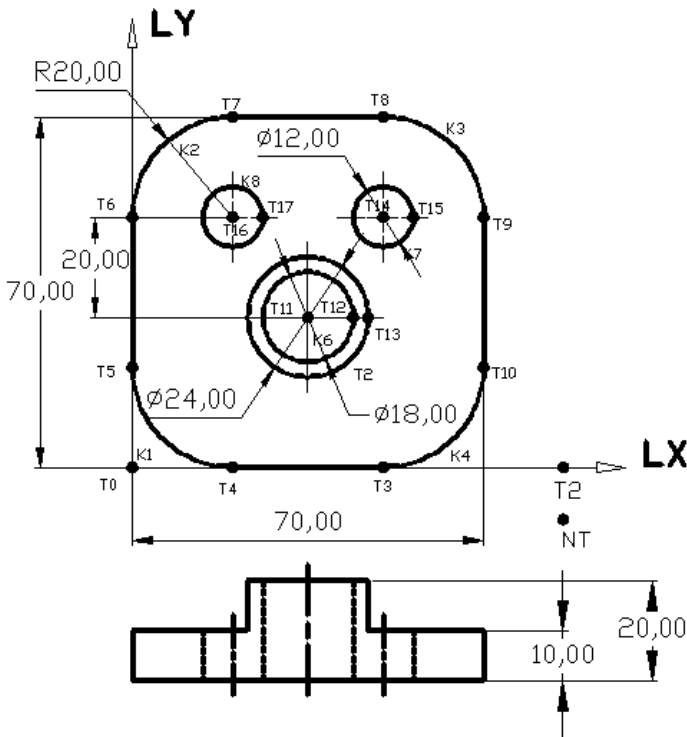


Рисунок 9 – Ескіз деталі з нанесеними найменуваннями геометричних об'єктів

Управляюча програма

DET, NEW 2	RET	DS,T12,K6,T12
T0>0,0	NT,T1	EKVD,VIK
LX>T0,0	F,5000	DT,T14
LY>T0,90	DZ,200	F,50
T1>75,-10	S,2000	DZ,200
T2>75,0	OHL,VKL	EKVD,SP,1.5
T3>51,0	EKVD,SL,1.5	DS,T15,K7,T15
T4>20,0	CAL,PP1	EKVD,VIK
T5>0,20	EKVD,VIK	EKVD,SP,0.7
T6>0,50	EKVD,SL,0.7	DS,T15,K7,T15
T7>20,70	CAL,PP2	EKVD,VIK
T8>50,70	EKVD,VIK	EKVD,SP,0.3
T9>70,50	EKVD,SL,0.3	DS,T15,K7,T15
T10>70,20	CAL,PP2	EKVD,VIK
T11>35,30	EKVD,VIK	DT,T14
T12>44,30	DZ,190	DZ,150
T13>47,30	EKVD,SL,1.5	F,5000
T14>50,50	F,5000	DT,T16
T15>56,50	DS,T13,50,K5,T13	F,50
T16>20,50	EKVD,VIK	DZ,200
T17>26,50	EKVD,SL,0.7	EKVD,SP,1.5
K1>T4,T5,YB,20	DS,T13,K5,T13	DS,T17,K8,T17
K2>T6,T7,YM,20	EKVD,VIK	EKVD,VIK
K3>T8,T9,YM,20	EKVD,SL,0.3	EKVD,SP,0.7
K4>T10,T3,YB,20	DS,T13,K5,T13	DS,T17,K8,T17
K5>T11,12	EKVD,VIK	EKVD,VIK
K6>T11,9	DZ,150	EKVD,SP,0.3
K7>T14,6	DT,T11	DS,T17,K8,T17
K8>T16,6	DZ,200	EKVD,VIK
STR,+7	EKVD,SP,1.5	DT,T14
PP1	DS,T12,K6,T12	DZ,150
DS,50,T2,T3,T4,K1,PO,T5,T6,K2	EKVD,VIK	F,5000
K2,PO,T7,T8,K3,T9,T10,K4,T3	EKVD,SP,0.7	DT,T1
RET	DS,T12,K6,T12	OHL,VIK
PP2	EKVD,VIK	S,VIK
DS,T3,T4,K1,PO,T5,T6,K2,PO,T7, T7,T8,K3,T9,T10,K4,T3	EKVD,SP,0.3	KO

Результати роботи управляючої програми наведено на рис. 10

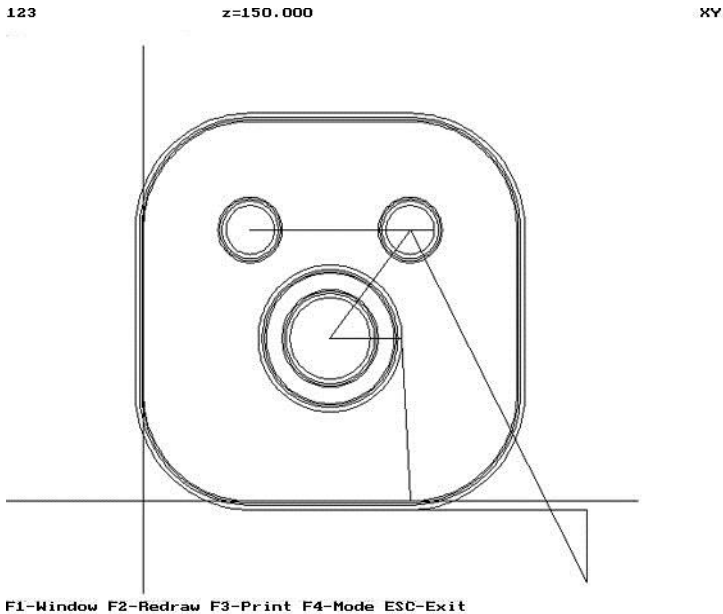


Рисунок 10 – Результати роботи управляючої програми

Висновки

У процесі виконання курсового проекту було розроблено робото-технічний автоматизований комплекс для обробки деталі типу плита. Як механізм для автоматизації було прийнято фрезерний верстат, до якого було підібрано промисловий робот і завантажувально-накопичувальний пристрій. Була надана блок-схема роботи спроектованого РТК, циклограма його роботи. Для обробки деталі у пакеті САП УП ІНТЕРСАП запрограмована фрезерна контурна обробка деталі.

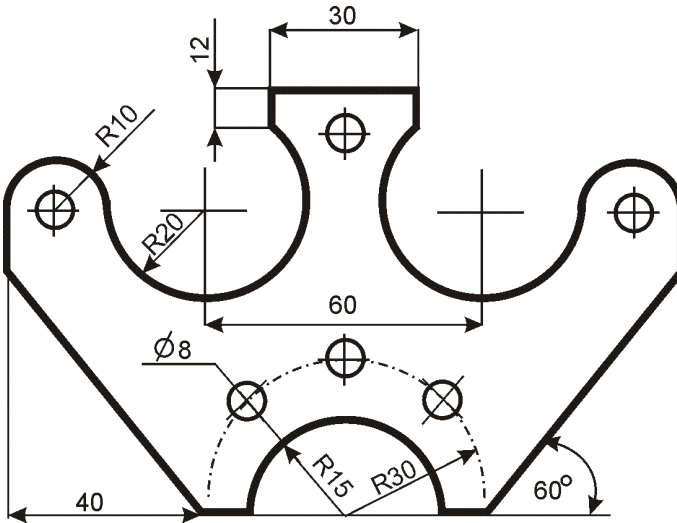
Перелік джерел інформації

1. Трегуб В.Г. Автоматизація технологічних процесів. Курс лекцій для студентів напряму 0925 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання / В.Г. Трегуб. – К. : НУХТ, 2007. – 42 с.
2. Автоматизированные системы управления технологическими процессами : учеб. пос. под об. ред. В.Л. Кисилева. – М. : Изд-во. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1994.– 36 с.
3. Пономарев К.В. Информационное обеспечение АСУ / К.В.Пономарев, Л.Г. Кузьмин.– М: Высш. шк., 1991.– 222 с.
4. Загидуллин Р.Р. Автоматизация технологических и производственных процессов в машиностроении : учеб. пособ. / Р.Р. Загидуллин, В. Ц. Зориктуев. – Уфа : УГАТУ, 2008. – 166 с.
5. Загидуллин Р.Р. Автоматизация технологических и производственных процессов в машиностроении: Метод. указания по выполнению курсовой работы / Р.Р. Загидуллин, В. Ц. Зориктуев. – Уфа : УГАТУ, 2008. – 30 с.
6. Рудько А.П. Системы автоматизированной подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ на персональных ЭВМ : учеб. пособ. / А.П. Рудько. – К. : УМК ВО, 1992. – 144 с.

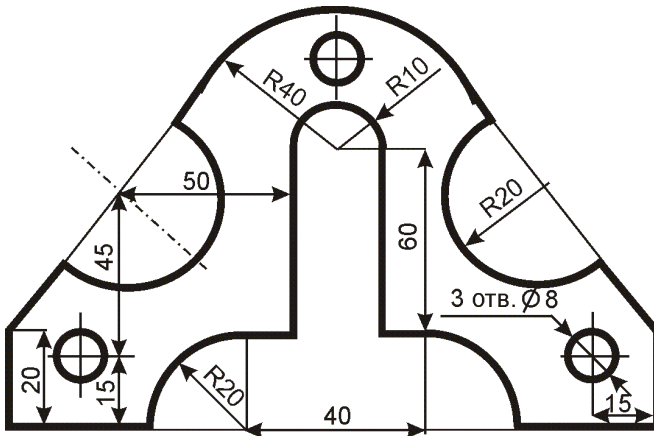
ДОДАТОК

ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ ДО КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

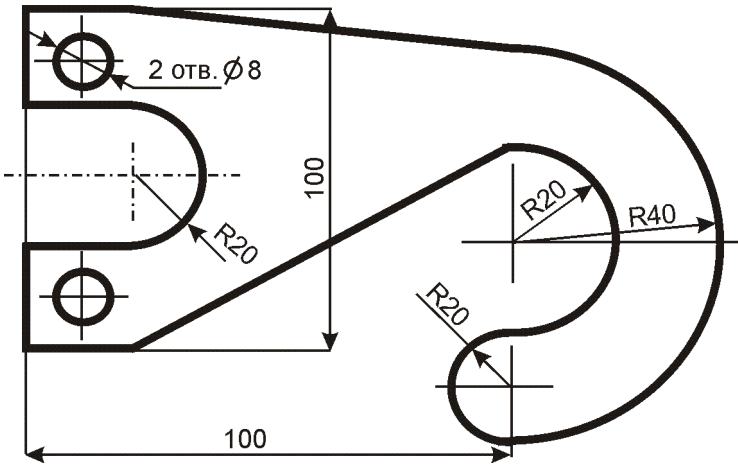
Варіант 1



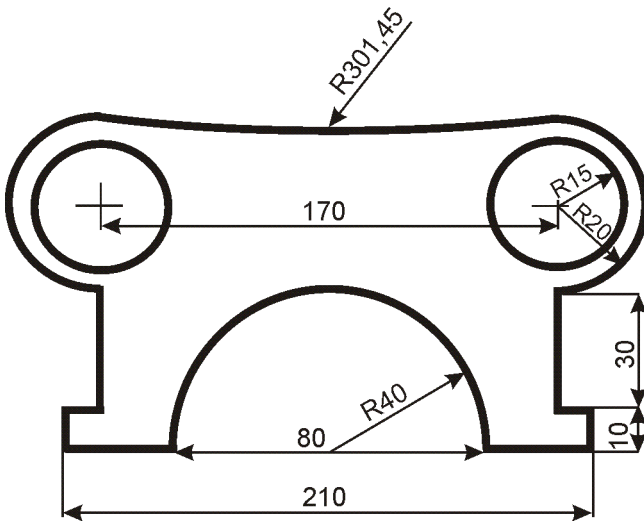
Варіант 2



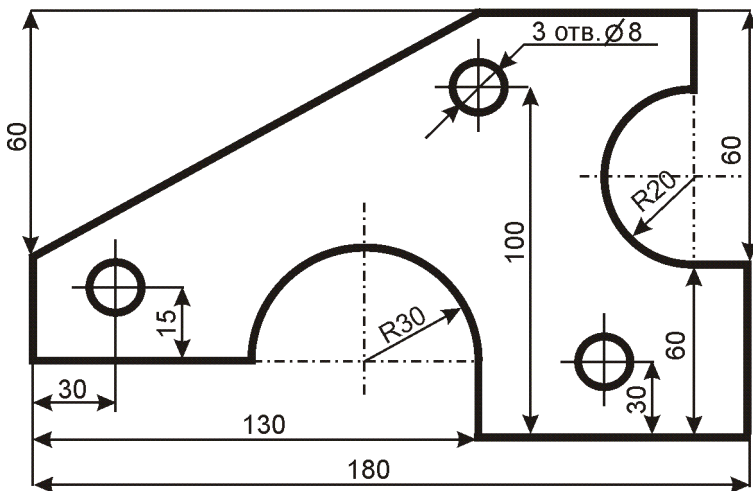
Варіант 3



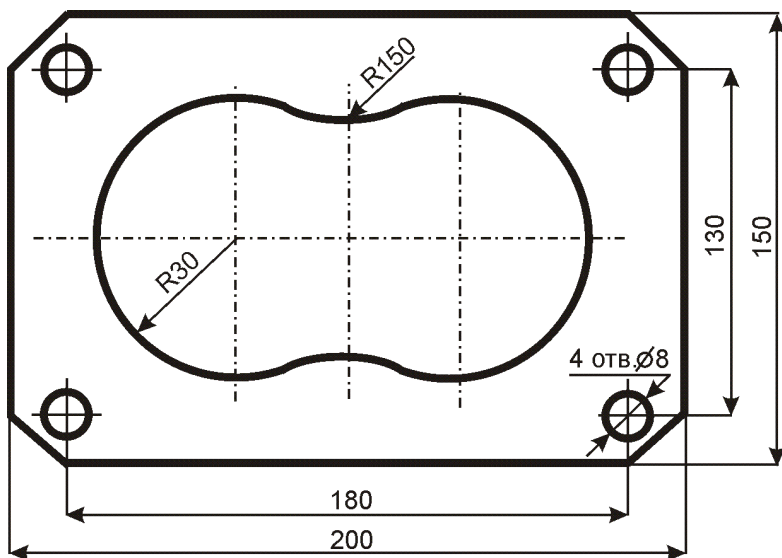
Варіант 4



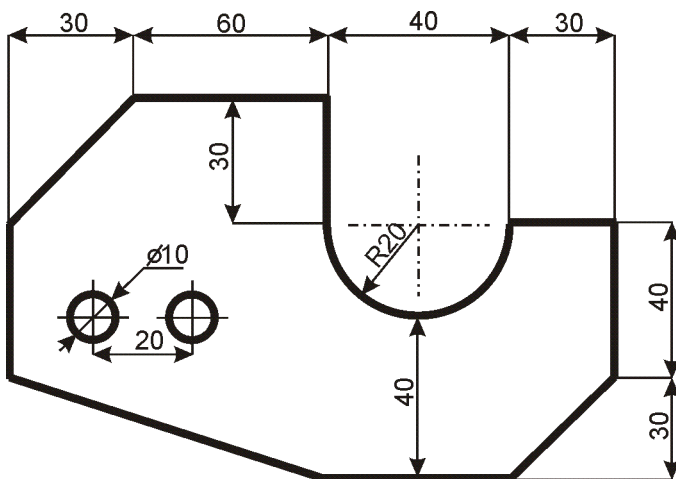
Вариант 5



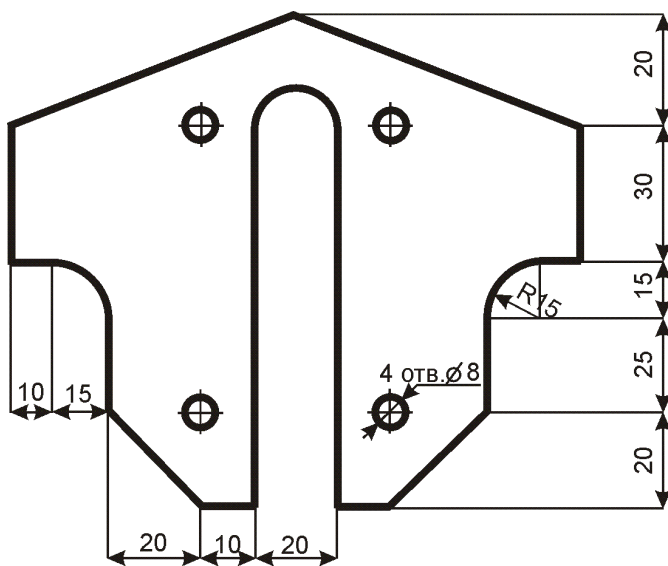
Вариант 6



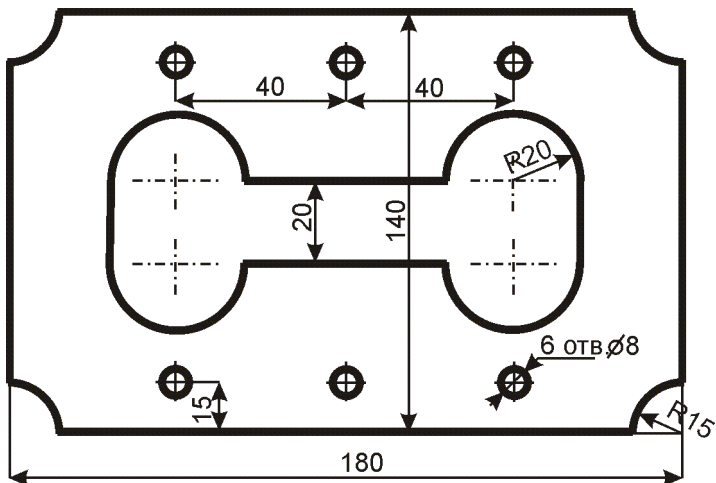
Вариант 7



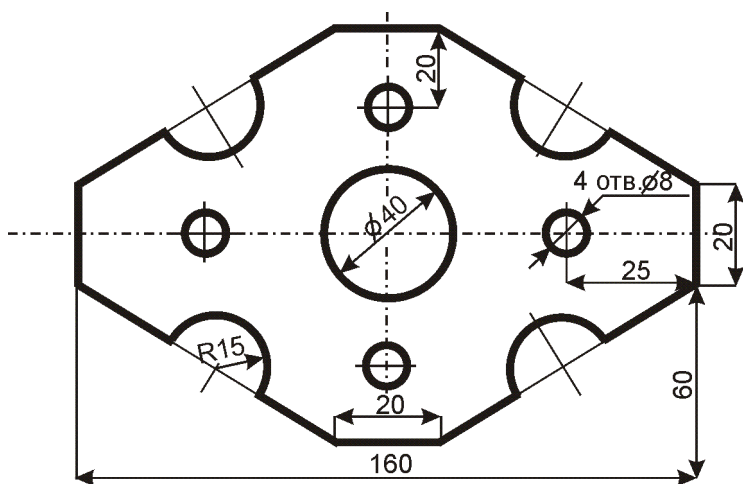
Вариант 8



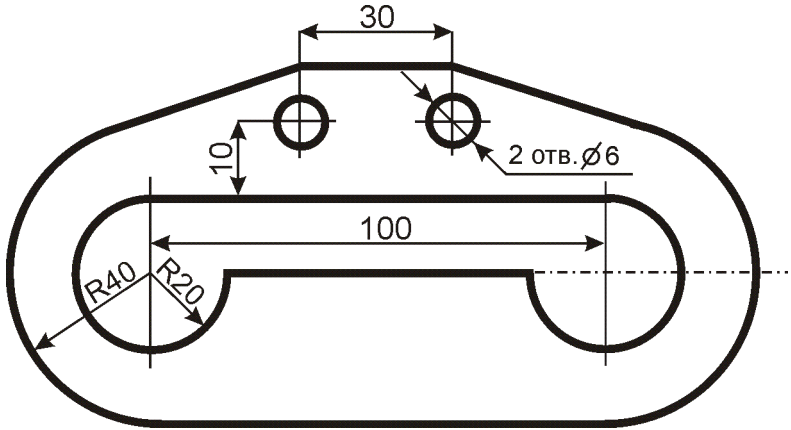
Вариант 9



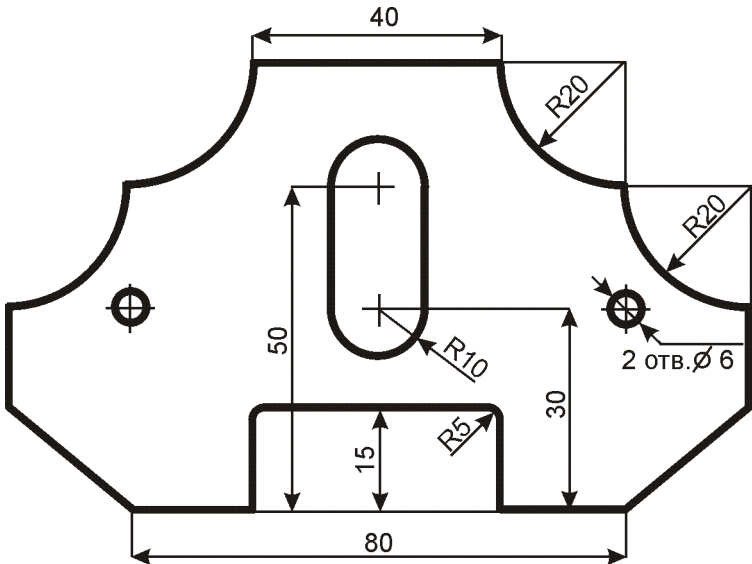
Вариант 10



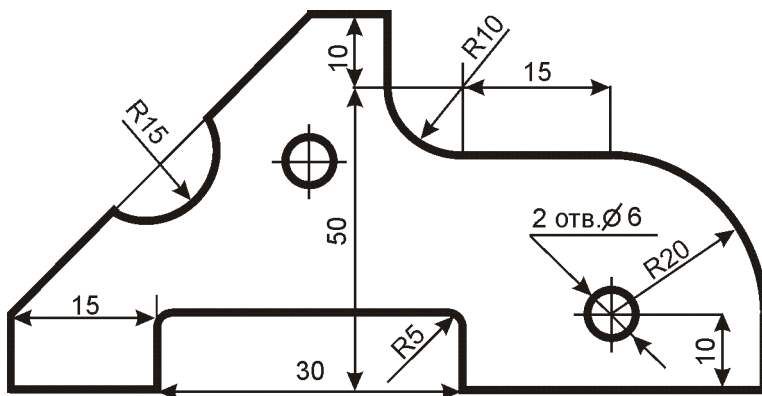
Варіант 11



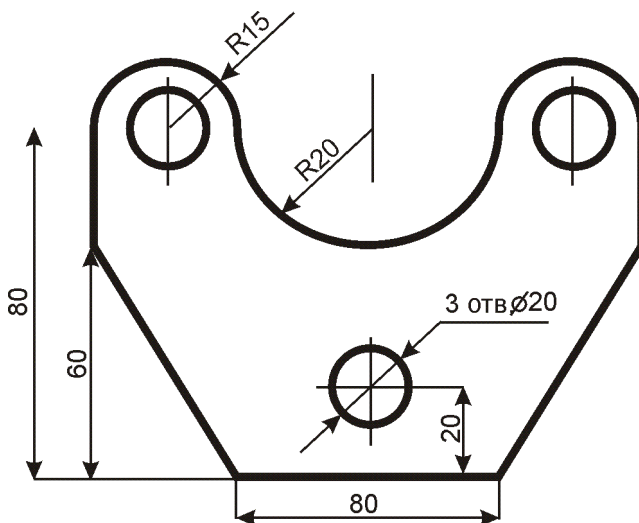
Варіант 12



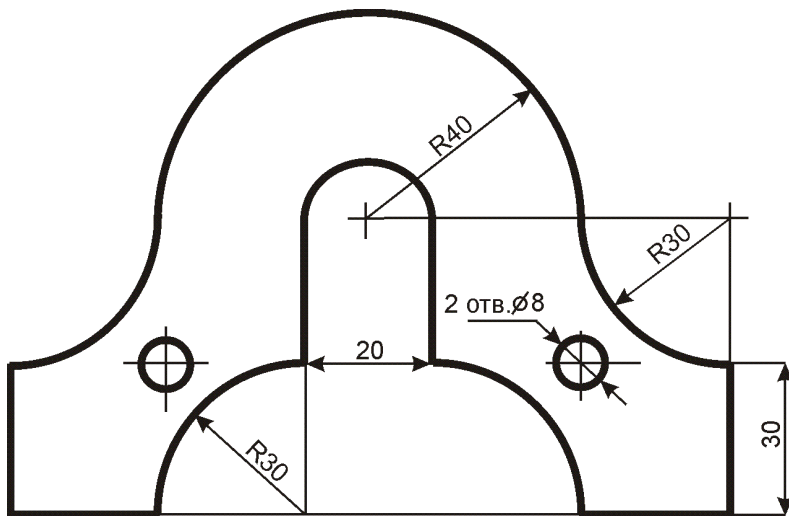
Вариант 13



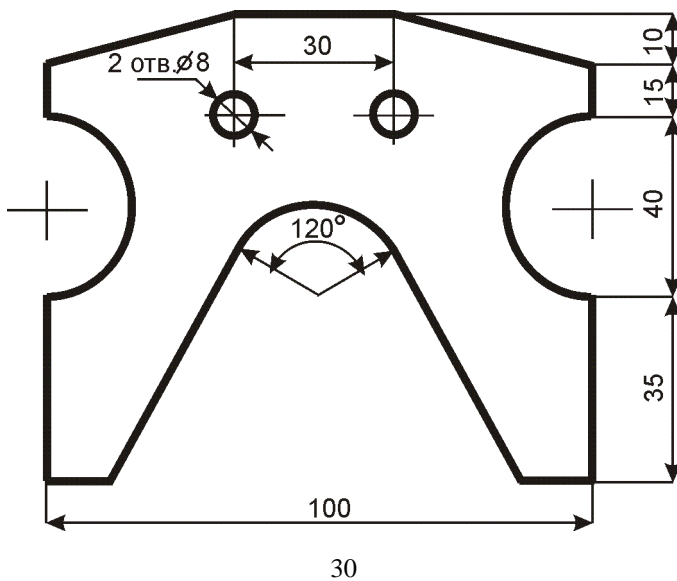
Вариант 14



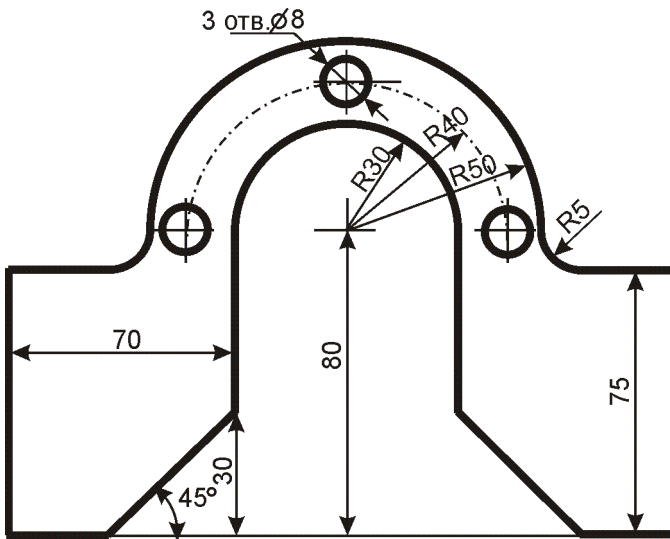
Варіант 15



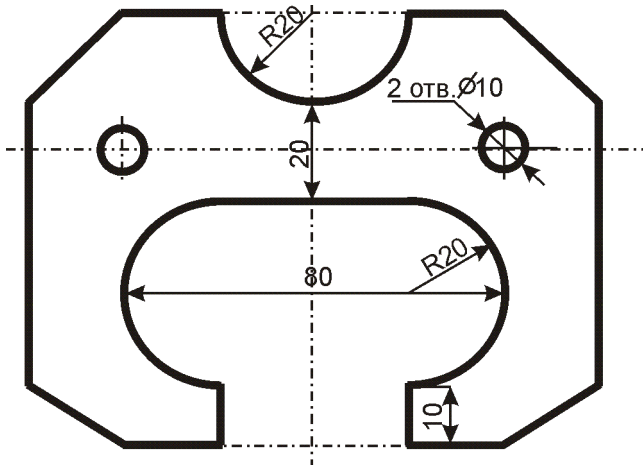
Варіант 16



Вариант 17



Вариант 18



Навчальне видання

Методичні вказівки
до виконання курсового проекту з дисципліни
«Програмне забезпечення АСУ»

для студентів спеціальності 8.050202
«Автоматизація управління технологічними процесами»
денної та заочної форми навчання

Укладач ХАВІН Геннадій Львович

Відповідальний за випуск *Тимофієв Ю.В.*

Роботу до видання рекомендував *Шелковий О.М.*

Редактор *Пустовойтова Л.А.*

План 2013 р., поз. 130

Підписано до друку _____ Формат 60×84 1/16 Папір офсет. Riso-друк.
Гарнітура Times New Roman. Ум. друк, арк. . Наклад 100 прим. Зам
№__ Ціна договірна.

Видавничий центр НТУ “ХП”. 61002, Харків, вул. Фрунзе, 21
Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 3657 від 24.12.2009 р.

Друкарня НТУ “ХП”. 61002, Харків, вул. Фрунзе, 21