



Министерство образования Республики Беларусь
Филиал Учреждения образования «Брестский
государственный технический университет»
Политехнический колледж

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по учебной работе

_____ С.В. Маркина

«___» _____ 20___

ОСНОВЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ СТАНКОВ С ЧПУ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для выполнения домашних контрольных работ

для учащихся специальности

2-36 01 31 «Металлорежущие станки и инструменты (по направлениям)»

(код и название специальности)

заочная
(форма обучения)

2016

Разработал: Мирошниченко Д.И., преподаватель филиала БрГТУ Брестский государственный политехнический колледж.

Методические указания разработаны на основании типового учебной программы, утвержденной Министерством образования Республики Беларусь 30.12.2002; типового учебного плана РБ ст. №75 Д/тип., утверждённого Министерством образования Республики Беларусь 10.07.2013; учебного плана специализации РБ ст. №133/132 Д/тип-спец 31, утверждённого Министерством образования Республики Беларусь 15.07.2013; образовательного стандарта РБ ОС РБ 2-36 01 31-2013.

Методические указания обсуждены и рекомендованы к использованию на заседании цикловой комиссии машиностроительных дисциплин.

« ____ » _____ 201__ Протокол № ____

Председатель цикловой комиссии _____ Е.А. Василевская

ВВЕДЕНИЕ

Основная форма изучения дисциплины «Основы программирования для станков с числовым программным управлением» – самостоятельная работа учащегося над рекомендованной учебной литературой.

Для полного и успешного усвоения учебного материала предусматриваются следующие виды занятий:

1. Самостоятельные (для выполнения контрольной работы).
2. Выполнение практических работ.
3. Проработка материала по основным вопросам курса на обзорных занятиях и консультациях в течении учебного года и в период лабораторно-экзаменационной сессии.

При изучении дисциплины учащийся выполняет одну контрольную работу. Вариант контрольной работы определяется по двум последним цифрам шифра учащегося по таблицам, приведенным в методических указаниях.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программой дисциплины «Основы программирования для станков с числовым программным управлением» предусматривается изучение принципов подготовки и составления управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ и приобретение практических навыков в этой области. Изучение программного материала учитывает межпредметные связи, опирается на знания учащихся, полученные ими при изучении дисциплин «Математика», «Общая электротехника с основами электроники», «Устройства ЧПУ», «Технология машиностроения», «Металлообрабатывающие станки», «САПР». Программой предусматривается изучение как ручного, так и современных автоматизированных способов составления и проверки управляющих программ. В цикле изучения дисциплины основное внимание уделяется программированию в G-коде языка ISO-7bit (ISO 6983, DIN 66025, ГОСТ 20999, СТ СЭВ 3585), поскольку подавляющее большинство систем ЧПУ, выпущенных к настоящему времени, программируются именно на нем. Дополнительно рассматриваются основные концепции универсального языка автоматизированного программирования АРТ и языка программирования станков с ЧПУ STEP-NC (ISO 14649) компьютерно-интегрированного производства.

В результате изучения дисциплины учащиеся *должны знать*:

- термины и определения, установленные ГОСТ 20523-80* в области систем числового программного управления металлорежущими станками;
- этапы подготовки управляющих программ, справочную и сопроводительную технологическую документацию, используемую при подготовке управляющих программ;
- системы координат станков, деталей и инструментов различных групп, а также ПР;
- типовые схемы переходов в типовых зонах обработки для станков различных групп;
- способы подготовки управляющих программ;
- структуру управляющих программ и формат кадра изучаемых СЧПУ;
- символы адресов G-кода ISO-7bit (ISO 6983), основные подготовительные и вспомогательные функции, постоянные циклы;
- принципы кодирования геометрической и технологической информации изучаемых систем программирования;
- принципы программирования ПР с цикловым управлением;
- этапы и основные принципы автоматизированной подготовки управляющих программ;
- базовые концепции языка STEP-NC (ISO 14649).

В результате изучения предмета учащиеся *должны уметь*:

- читать управляющие программы для изучаемых систем ЧПУ, выделять геометрическую и технологическую информацию;
- выбирать системы координат для деталей различных групп, выделять зоны обработки;
- расшифровывать формат кадра конкретных систем ЧПУ;

- составлять управляющие программы для изучаемых систем ЧПУ;
- находить ошибки в управляющих программах и устранять их;
- использовать коррекцию для компенсации геометрии инструмента;
- использовать основные циклы обработки изучаемых систем программирования;
- планировать технологические операции обработки типовых элементов детали и выполнять автоматизированную разработку управляющих программ в среде САП, изучаемой в ходе практических занятий.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ

В каждой контрольной работе необходимо ответить на два теоретических вопроса и решить задачу. Вопросы охватывают основной и дополнительный материал по всем темам дисциплины, задачи предусматривают составление управляющей программы в коде ISO 6983. Варианты вопросов и задачи учащиеся выбирают из таблиц 1...4 по последним двум цифрам шифра.

Контрольные работы рекомендуется выполнять в следующем порядке:

1. Ознакомиться с общими методическими указаниями.
2. Внимательно прочитать содержание программы предмета: подобрать рекомендуемые учебники, техническую и справочную литературу.
3. Изучить постепенно материал каждой темы задания; закрепить изучаемый материал разбором решенных задач, приведенных в учебниках по отдельным темам.
4. Перед ответом на вопрос или решением задачи, нужно уяснить к какой теме они относятся, еще раз прочитать методические указания к этой теме или найти пример решения типовой задачи в рекомендованной литературе.
5. Если учащийся, не может самостоятельно разобраться в каком либо вопросе, то следует обратиться за консультацией в колледж, согласно графику индивидуальных консультаций.
6. Ответы на вопросы контрольной работы должны быть полными, четкими, технически грамотными; они должны показать умение учащегося анализировать и обобщать изучаемый материал; ответы рекомендуется иллюстрировать соответствующими эскизами, схемами, таблицами и т.п.
7. Домашняя контрольная работа, выполненная и оформленная в соответствии с настоящими указаниями и данными соответствующего варианта, высылается или сдается в колледж для проверки согласно учебному графику. Контрольные работы, выполненные с нарушениями данных рекомендаций и требований, а также выполненные не в полном объеме или не по своему варианту, не засчитываются преподавателем и возвращаются на доработку.
8. Получив контрольную работу после проверки, учащийся должен проанализировать все имеющиеся в рецензии замечания преподавателя и внести необходимые исправления и дополнения, доработать материал по указанным темам. Если работа не зачтена, то согласно указаниям преподавателя она выполняется заново полностью, либо дополняется частично. При этом сохраняется первоначальный вариант выполненного задания с рецензией преподавателя. Затем контрольные работы предъявляются учащимися на итоговых испытаниях (экзаменах, зачетах, контрольных работах) по дисциплине.

ОФОРМЛЕНИЕ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольные работы должны быть оформлены в соответствии со следующими требованиями:

1. Контрольная работа выполняется строго в соответствии с вариантом учащегося. В противном случае она не засчитывается и возвращается для выполнения повторно в соответствии с правильным вариантом.
2. Контрольная работа оформляется на компьютере с последующей печатью на принтере. Страницы, начиная со второй, должны быть пронумерованы.
3. Вопросы контрольной работы переписываются полностью. Ответ должен быть полным по существу и кратким по форме. Текстовую часть контрольной работы необходимо снабжать рисунками, схемами, таблицами, ссылками на ГОСТ и т.п. Нумерация рисунков и таблиц сквозная.
4. Номер, условие задачи и содержание вопросов переписываются полностью; в текст условия нужно вставлять соответствующие данные согласно номеру задачи. Текст ответа на вопрос или решение задачи должны быть отделены от условия (вопроса) словами: «Ответ», «Решение». Каждую новую задачу или вопрос нужно записывать с новой страницы.
5. Пункты решения задачи должны быть пронумерованы арабскими цифрами по правилам сквозной нумерации. Выполняемые действия должны быть расшифрованы по каждому пункту. При расчетах должны записываться формулы, а затем подставляться числовые значения величин.
6. При использовании формул и различных справочных данных в решении задачи необходимо давать ссылку на источники (согласно списку в конце работы), откуда взяты эти формулы и данные. Например: «... по табл. 4.1 ([5], с. 136) находим...».
7. Контрольная работа печатается с одной стороны на листах формата А4 (210×297 мм), которые затем сшиваются или складываются в папку с файлами. При оформлении страниц необходимо использовать шрифт «Times New Roman» размером 14 пт и следующие поля: верхнее и нижнее – 2 см; левое – 3 см; правое – 1,5 см.
8. Графическая часть – рисунки (чертежи, схемы, эскизы, графики) и таблицы – контрольной работы должна быть выполнена шариковой ручкой черного цвета, карандашами соответствующей твердости с применением чертежных принадлежностей или на отдельных листах белой бумаги при помощи офисной техники (Приложение А). В последнем случае эти листы аккуратно клеиваются на лист. Рисунки и таблицы должны быть пронумерованы с нарастающим итогом (Рисунок 1, Таблица 3... и т.д.) и соответственно подписаны.
9. На последней странице приводится перечень источников литературы, использованной при изучении материала. На обложке работы (титальном листе) указывается названия дисциплины, номер контрольной работы, фамилия, имя, отчество учащегося и шифр. В конце работы должна быть оставлена одна пустая страница для рецензии преподавателя.

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

ВВЕДЕНИЕ

Цели и задачи изучения дисциплины. Краткое содержание дисциплины и ее взаимосвязь с другими дисциплинами.

Современное состояние дел в области подготовки управляющих программ (УП). Цели и задачи, стоящие перед станкостроением в области автоматизации технологических процессов и развития систем подготовки программ.

РАЗДЕЛ 1. ПОДГОТОВКА К РАЗРАБОТКЕ УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ

Тема 1.1. Основные понятия и определения

Термины и определения, установленные ГОСТ 20523-80* в области числового программного управления металлорежущими станками.

Тема 1.2. Технологическая документация

Технологическая документация, используемая при разработке УП. Справочная документация. Сопроводительная документация. Составление расчетно-технологической карты (РТК).

Тема 1.3. Системы координат

Типы координатных систем. Системы координат станков различных групп. Системы координат деталей. Системы координат инструментов. Привязка систем координат.

Тема 1.4. Траектория движения инструмента

Понятие траектории инструмента. Условные обозначения элементов траектории на РТК. Виды траекторий. Эквидистанта. Абсолютные и инкрементальные (в приращениях) координаты. Зоны обработки.

РАЗДЕЛ 2. ПРОГРАММИРОВАНИЕ В G-КОДЕ ЯЗЫКА ISO-7bit

Тема 2.1. Структура управляющей программы

Виды программноносителей. Структура УП. Формат кадра.

Тема 2.2. Адреса, подготовительные и вспомогательные функции

Символы кода ISO-7bit. Буквенные адреса ЧПУ. Группы подготовительных функций. Группы вспомогательных функций. Модальность функций.

Тема 2.3. Кодирование геометрической информации

Выбор плоскости интерполяции. Размерные перемещения. Позиционирование. Линейная интерполяция. Круговая интерполяция. Винтовая интерполя-

ция.

Тема 2.4. Кодирование технологической информации

Скорость и направление главного движения. Скорость подачи. Автоматическая смена инструмента.

Тема 2.5. Коррекция геометрии инструмента

Необходимость ввода коррекции. Линейная коррекция при прямоугольном формообразовании. Коррекция смешанных прямоугольных контуров. Коррекция на радиус фрезы. Эквидистантная коррекция.

Тема 2.6. Программирование токарной обработки

Разделение припуска на зоны. Типовые стратегии черновой токарной обработки. Типовые автоматические циклы токарной обработки.

Тема 2.7. Программирование фрезерной обработки

Типовые зоны фрезерной обработки. Типовые стратегии фрезерной обработки. Типовые автоматические циклы фрезерования. Подход к контуру и выход на эквидистанту. Обход несопряженных точек.

Тема 2.8. Программирование обработки отверстий

Типовые элементы отверстий. Управление позиционированием. Типовые автоматические циклы обработки отверстий.

Тема 2.9. Программирование шлифовальной обработки

Типовые элементы шлифуемых деталей. Стратегии плоского шлифования. Стратегии круглого шлифования. Цилиндрическая интерполяция.

Тема 2.10. Программирование электроэрозионной обработки

Особенности электроэрозионной обработки. Двух- и пятикоординатная электроэрозионная обработка. Обработка в двух плоскостях. Конусная обработка.

РАЗДЕЛ 3. ПРОГРАММИРОВАНИЕ СЕРИЙНЫХ СИСТЕМ ЧПУ

Тема 3.1. Программирование СЧПУ «Электроника НЦ-31»

Символы адресов. Структура программы и формат кадра. Подготовительные функции. Вспомогательные функции. Размерные перемещения. Скорость главного движения. Скорость подачи. Смена инструмента. Обработка фасок и галтелей. Круговая интерполяция. Циклы обработки резьбы. Циклы глубокого сверления. Однопроходные циклы. Многопроходные циклы. Циклы обработки канавок и проточек. Повтор части УП.

Тема 3.2. Программирование СЧПУ 2P22

Символы адресов. Структура программы и формат кадра. Подготовительные функции. Вспомогательные функции. Размерные перемещения. Скорость главного движения. Скорость подачи. Смена инструмента. Обработка фасок и галтелей. Круговая интерполяция. Циклы обработки резьбы. Цикл обработки канавок. Однопроходные циклы. Цикл глубокого сверления. Многопроходные циклы. Циклы чистовой обработки. Цикл повтора части УП.

Тема 3.3. Программирование СЧПУ 2C42

Символы адресов. Структура программы и формат кадра. Подготовительные функции. Вспомогательные функции. Размерные перемещения. Скорость главного движения. Скорость подачи. Смена инструмента. Круговая и винтовая интерполяция. Коррекция.

Тема 3.4. Программирование СЧПУ Балт-Систем серии NC

Символы адресов. Структура программы и формат кадра. Подготовительные функции. Вспомогательные функции. Размерные перемещения. Скорость главного движения. Скорость подачи. Круговая и винтовая интерполяция. Коррекция при токарной и фрезерной обработке. Автоматические циклы обработки отверстий. Автоматические циклы нарезания резьбы.

Тема 3.5. Программирование СЧПУ Sinumerik

Символы адресов. Расширенные адреса. Размерные перемещения. Скорость главного движения. Скорость подачи. Круговая и винтовая интерполяция. Коррекция. Основные автоматические циклы. Понятие фрейма, преобразования системы координат.

РАЗДЕЛ 4. РАСШИРЕННЫЕ МЕТОДЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Тема 4.1. Параметрическое программирование

Понятие параметрической программы. Виды и типы значений параметров. Математические операторы.

Тема 4.2. Программирование методом подпрограмм

Понятие подпрограммы. Организация подпрограмм на программноносителе. Вызов подпрограмм. Вложение.

Тема 4.3. Сокращенное описание контура

Понятие сокращенного описания контура. Сокращенное описание фасок и галтелей. Сокращенное описание угловых и дуговых сопряжений.

Тема 4.4. Оперативное программирование

Диалоговое программирование. Символьно-графическое программирование при помощи меню.

Тема 4.5. Универсальный язык САП

Необходимость универсального языка САП. Язык АРТ и его диалекты. Операторы геометрических элементов, технологических параметров, плана обработки.

Тема 4.6. Автоматизированная подготовка управляющих программ

Этапы подготовки УП и уровни их автоматизации. Структура САП. Обзор современных САП.

Тема 4.7. Программирование методом обучения

Командное обучение. Регенеративное обучение. Выносной пульт. Экзоскелет.

Тема 4.8. Основы языка программирования STEP-NC

Недостатки кода ISO-7bit на современном этапе развития производства. Базовые компоненты и структура программы на языке STEP-NC.

ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

ЗАДАНИЕ 1

Дать письменные ответы на вопросы:

1. Виды систем координат.
2. Стандартная система координат станков с ЧПУ.
3. Системы координат станков с ЧПУ различных групп.
4. Система координат инструмента.
5. Понятие траектории. Опорные точки. Условные обозначения элементов траектории.
6. Виды траекторий.
7. Этапы подготовки управляющих программ.
8. Структура управляющей программы.
9. Формат кадра.
10. Символы адресов, вспомогательные символы и знаки управляющей программы по ISO 6983.
11. Значения подготовительных функций по ISO 6983.
12. Значения вспомогательных функций по ISO 6983.
13. Программирование скорости главного движения. Управление шпинделем. Программирование скорости подачи.
14. Программирование размерных перемещений. Позиционирование, линейная интерполяция.
15. Круговая интерполяция.
16. Понятие коррекции и причины, требующие ее использование. Метод программирования коррекции.
17. Линейная коррекция при прямоугольном формообразовании.
18. Коррекция смешанных прямоугольных контуров.
19. Коррекция на радиус инструмента.
20. Эквидистантная коррекция.
21. Понятие зоны черновой токарной обработки. Виды зон черновой токарной обработки.
22. Схемы переходов черновой токарной обработки. Циклы вертикалей и горизонталей.
23. Стратегии продольного многопроходного точения.
24. Стратегии токарной обработки элементов тел вращения.
25. Стратегии врезания при точении резьбы.
26. Понятие зоны черновой фрезерной обработки. Виды зон черновой фрезерной обработки.
27. Схемы переходов черновой фрезерной обработки.
28. Стратегии чернового фрезерования.
29. Стратегии подхода к контуру и отхода от него.
30. Программирование автоматических циклов обработки отверстий. Вид траектории при отработке циклов обработки отверстий.

31. Символы адресов и признаки УЧПУ «Электроника НЦ-31». Структура управляющей программы, формат кадра.
32. Подготовительные функции УЧПУ «Электроника НЦ-31».
33. Программирование размерных перемещений в УЧПУ «Электроника НЦ-31». Позиционирование. Линейная интерполяция.
34. Программирование круговой интерполяции, фасок и галтелей в УЧПУ «Электроника НЦ-31».
35. Программирование скоростей главного движения и подачи в УЧПУ «Электроника НЦ-31».
36. Циклы обработки резьбы в УЧПУ «Электроника НЦ-31».
37. Многопроходные циклы токарной обработки в УЧПУ «Электроника НЦ-31».
38. Циклы обработки канавок в УЧПУ «Электроника НЦ-31».
39. Символы адресов УЧПУ 2P22. Структура управляющей программы, формат кадра.
40. Программирование размерных перемещений в УЧПУ 2P22. Позиционирование. Линейная интерполяция. Непрерывная контурная обработка.
41. Программирование круговой интерполяции, фасок и галтелей в УЧПУ 2P22.
42. Программирование скоростей главного движения и подачи в УЧПУ 2P22.
43. Циклы обработки резьбы в УЧПУ 2P22.
44. Многопроходный цикл обработки цилиндрической заготовки в УЧПУ 2P22.
45. Циклы обработки канавок в УЧПУ 2P22.
46. Символы адресов УЧПУ 2C42. Структура управляющей программы, формат кадра.
47. Подготовительные функции УЧПУ 2C42.
48. Программирование размерных перемещений в УЧПУ 2C42. Позиционирование. Линейная и круговая интерполяция.
49. Программирование коррекции в УЧПУ 2C42.
50. Классификация осей в УЧПУ SINUMERIK.
51. Способы задания информации в УЧПУ SINUMERIK.
52. Программирование абсолютных и инкрементальных (составных) размеров в УЧПУ SINUMERIK.
53. Программирование особенностей системы отсчета в УЧПУ SINUMERIK: размеры дюймовые и метрические, на радиус и на диаметр.
54. Программирование особенностей системы отсчета в УЧПУ SINUMERIK: полярная система координат, положение полюса.
55. Программирование позиционирования и линейной интерполяции в УЧПУ SINUMERIK. Позиционирование поворотных осей.
56. Программирование круговой интерполяции в УЧПУ SINUMERIK.
57. Программирование коррекции в УЧПУ SINUMERIK: выбор корректора, включение, выключение, выбор направления.
58. Программирование коррекции в УЧПУ SINUMERIK: подход к контуру и отход от него.
59. Сокращенное описание контура в УЧПУ SINUMERIK. Фаски, скругления, углы.

60. Программирование циклов обработки отверстий в УЧПУ SINUMERIK.

Указания к выполнению задания 1

Номера вопросов следует выбрать из таблицы 1 по двум последним цифрам шифра (номера зачетной книжки).

Таблица 1 – Задание 1. Номера вопросов

		Последняя цифра номера шифра									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Предпоследняя цифра номера шифра	1	1, 54	2, 42	3, 53	4, 35	5, 39	6, 41	7, 58	8, 43	9, 31	10, 59
	2	11, 40	12, 34	13, 49	14, 56	15, 32	16, 38	17, 36	18, 51	19, 45	20, 33
	3	21, 37	22, 44	23, 46	24, 50	25, 48	26, 52	27, 55	1, 54	2, 42	3, 53
	4	4, 35	5, 39	6, 41	7, 58	8, 43	9, 31	10, 59	11, 40	12, 34	13, 49
	5	14, 56	15, 32	16, 38	17, 36	18, 51	19, 45	20, 33	21, 37	22, 44	23, 46
	6	28, 57	29, 47	30, 60	1, 54	2, 42	3, 53	4, 35	5, 39	6, 41	7, 58
	7	8, 43	9, 31	10, 59	11, 40	12, 34	13, 49	14, 56	15, 32	16, 38	17, 36
	8	20, 33	21, 37	22, 44	23, 46	24, 50	25, 48	27, 55	28, 57	1, 54	2, 42
	9	3, 53	4, 35	5, 39	6, 41	7, 58	8, 43	9, 31	10, 59	11, 40	12, 34
	0	13, 49	14, 56	15, 32	16, 38	17, 36	18, 51	19, 45	20, 33	29, 47	30, 60

ЗАДАНИЕ 2

В Приложении А представлены траектории фрезерования контура. Построить траекторию, выбрать нулевую и исходную точку, изобразить систему координат. Проставить на траектории опорные точки, рассчитать их координаты. Составить управляющую программу в коде ISO 6983 (ISO-7 бит) в соответствии с вариантом.

Указания к выполнению задания 2

Вариант задачи следует выбрать по последним двум цифрам шифра (номера зачетной книжки) из Приложения А по таблице 2, направление обхода траектории и способ задания размеров – из таблиц 3 и 4. Метод программирования параметров круговой интерполяции следует использовать векторный. Шаг сетки на эскизах траектории 10 мм. При расчете координат опорных точек округление выполнять до 0,001 мм.

Траекторию следует строить с соблюдением масштаба в тетради или на отдельном листе координатной (миллиметровой) бумаги. Рекомендуется использовать ксерокопии соответствующих листов со своим вариантом задачи из Приложения А настоящих методических указаний.

Координаты опорных точек следует записать на эскизе траектории или оформить в виде отдельной таблицы (см. табл. 5 в примере).

Таблица 2 – Задание 2. Номер задачи

		Последняя цифра номера шифра									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Предпоследняя цифра номера шифра	1	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2
	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4
	3	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6
	4	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
	5	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2
	6	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4
	7	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6
	8	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
	9	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2
	0	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4

Таблица 3 – Задание 2. Направление обхода траектории

		Последняя цифра номера шифра									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Направление обхода		CW	CW	CW	CW	CW	CCW	CCW	CCW	CCW	CCW

Примечание. В таблице использованы следующие условные обозначения:
 CW – по часовой стрелке, CCW – против часовой стрелки.

Таблица 4 – Задание 2. Способ задания размеров

		Предпоследняя цифра номера шифра									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Способ задания размеров		Abs	Inc	Abs	Inc	Abs	Inc	Abs	Inc	Abs	Inc

Примечание. В таблице использованы следующие условные обозначения:
 Abs – абсолютные размеры, Inc – инкрементальные размеры (размеры в приращениях, составные размеры)

Пример выполнения задания 2

Пусть задана траектория (рис. 1), направление обхода – по часовой стрелке, способ задания размеров – абсолютный. Выполняем построение и определяем координаты опорных точек траектории, которые заносим в таблицу (табл. 5). Кодлируем траекторию символами кода ISO 6983 (табл. 6).

Для расчета координаты x точки 4 выразим ее из уравнения окружности:

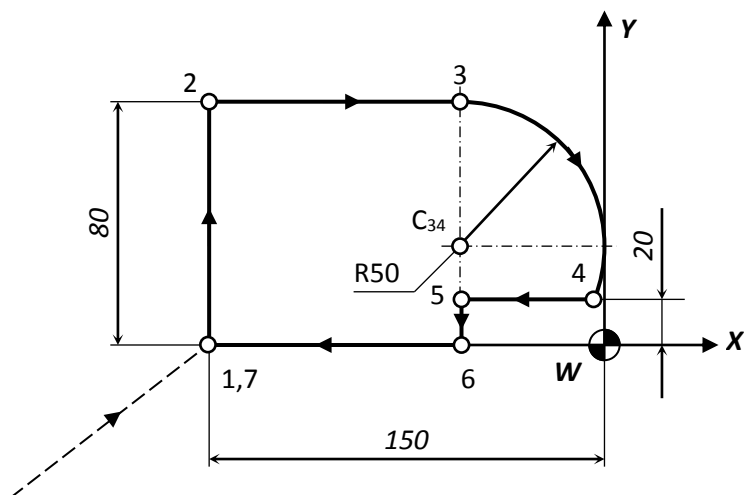
$$(x - x_c)^2 + (y - y_c)^2 = R^2, \quad (1)$$

где x_c и y_c – координаты центра окружности;

R – радиус окружности.

В рассматриваемом примере x_c и y_c – координаты точки C_{34} :

$$x = \sqrt{R^2 - (y - y_c)^2} + x_c = \sqrt{50^2 - (20 - 30)^2} + (-50) = -1,010 \text{ мм.}$$



**Таблица 5 –
Координаты
опорных точек**

№	X	Y
1, 7	-150	0
2	-150	80
3	-50	80
4	-1,010	20
5	-50	20
6	-50	0
C ₃₄	-50	30

Рисунок 1 – Траектория с опорными точками

Таблица 6 – Управляющая программа обхода траектории в символах кода ISO 6983

% 001-1 Начало УП с №001-1

N01 G17 Плоскость обработки XY

N02 G90 G00 X-150 Y0 Абсолютная система координат; быстрый подход к точке 1

N03 G01 Y80 Линейная интерполяция; движение в точку 2

N04 X-50 Движение в точку 3

N05 G02 X-1.01 Y20 I0 J-60 Круговая интерполяция по часовой стрелке; движение в точку 4; центр дуги на одной вертикали с начальной точкой и на 60 мм ниже ее:
 $I = x_5 - x_3 = (-50) - (-50) = 0$; $J = y_5 - y_3 = 30 - 80 = -50$.

N06 G01 X-50 Линейная интерполяция; движение в точку 5

N07 Y0 Движение в точку 6

N08 X-150 Движение в точку 7 (1)

N09 M02 Конец программы

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

ОСНОВНЫХ

1. **Программирование для автоматизированного оборудования:** Учебник для средн. проф. учебных заведений / Серебрицкий П.П., А.Г. Схиртладзе; Под ред. Ю.М. Соломенцева – М.: Высш. шк., 2003
2. **Программирование обработки на станках с ЧПУ:** Справочник / Р.И. Гжиров, П.П. Серебрицкий – Л.: Машиностроение, 1990
3. **Программирование технологических процессов для станков с ЧПУ:** Учебное пособие для техникумов / А. Л. Дерябин – М.: Машиностроение, 1984

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ

4. **Программное управление станками и промышленными роботами:** Учебник для СПТУ / В.Л. Косовский, Ю.Г. Козырев, А.Н. Ковшов и др. – М.: Высш. шк., 1986
5. **Системы числового программного управления:** Учеб. пособие / В.Л. Сосонкин, Г.М. Мартинов – М.: Логос, 2005

СПРАВОЧНЫХ

6. Устройство ЧПУ «Электроника НЦ-31»: Инструкция по программированию
7. Устройство ЧПУ 2P22: Инструкция по программированию
8. Устройство ЧПУ 2C45: Инструкция программиста
9. Устройство числового программного управления NC-110, NC-200, NC-201, NC-202, NC-210, NC-220, NC-230: Руководство программиста токарного станка – Спб., ЗАО «Балт-Систем», 2006
10. Устройство числового программного управления NC-110, NC-200, NC-201, NC-202, NC-210, NC-220, NC-230: Руководство программиста фрезерного станка – Спб., ЗАО «Балт-Систем», 2006
11. SINUMERIK 840D/810D: Руководство по программированию – SINUMERIK®, 1996

НОРМАТИВНЫХ

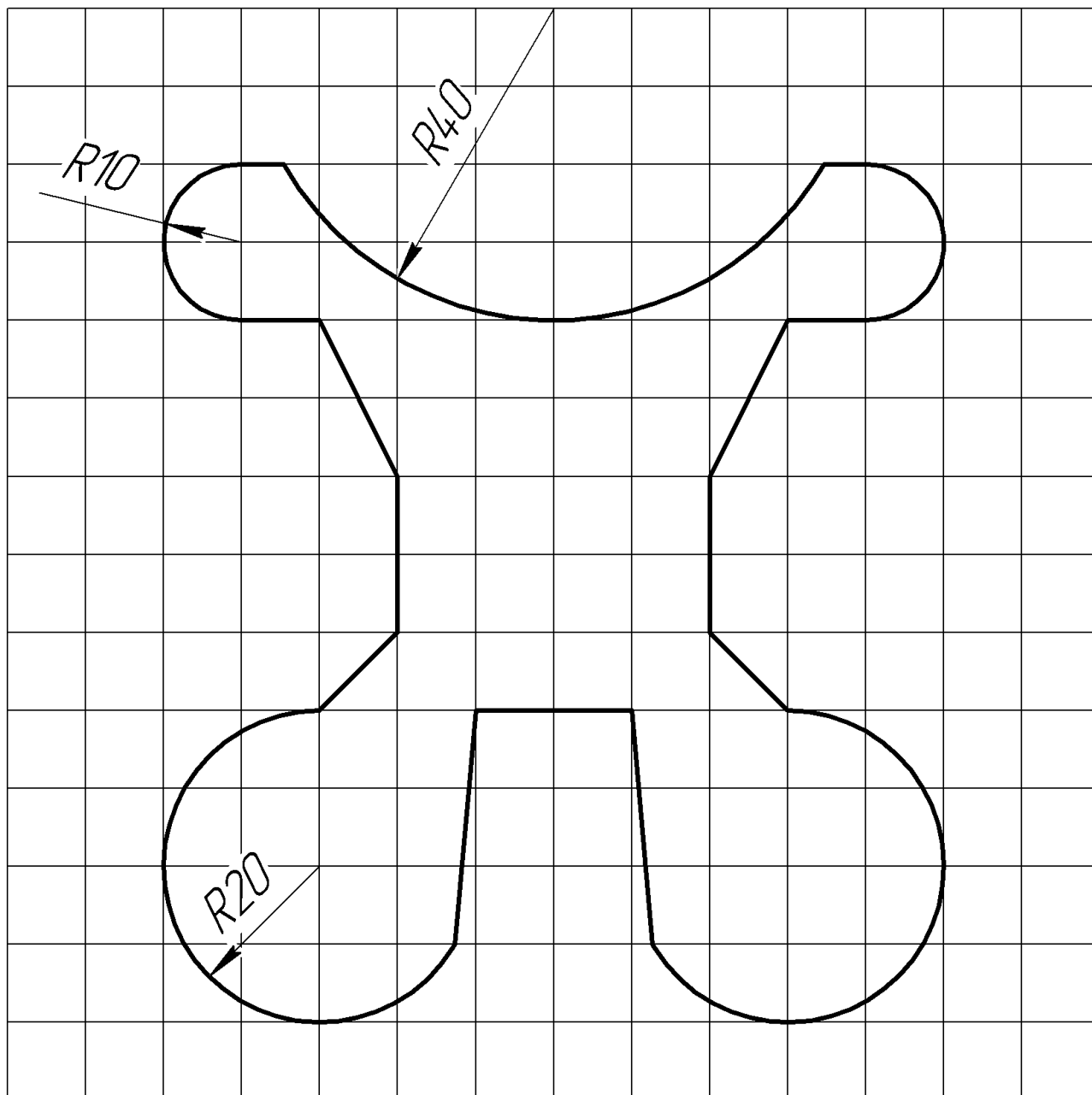
12. ГОСТ 20523-80. Устройства ЧПУ станками. Термины и определения
13. ГОСТ 20999-83. Устройства ЧПУ для металлообрабатывающего оборудования. Кодирование информации управляющей программы
14. ГОСТ 24836-81. Устройства программного управления промышленными роботами. Методы кодирования и программирования

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Задачи

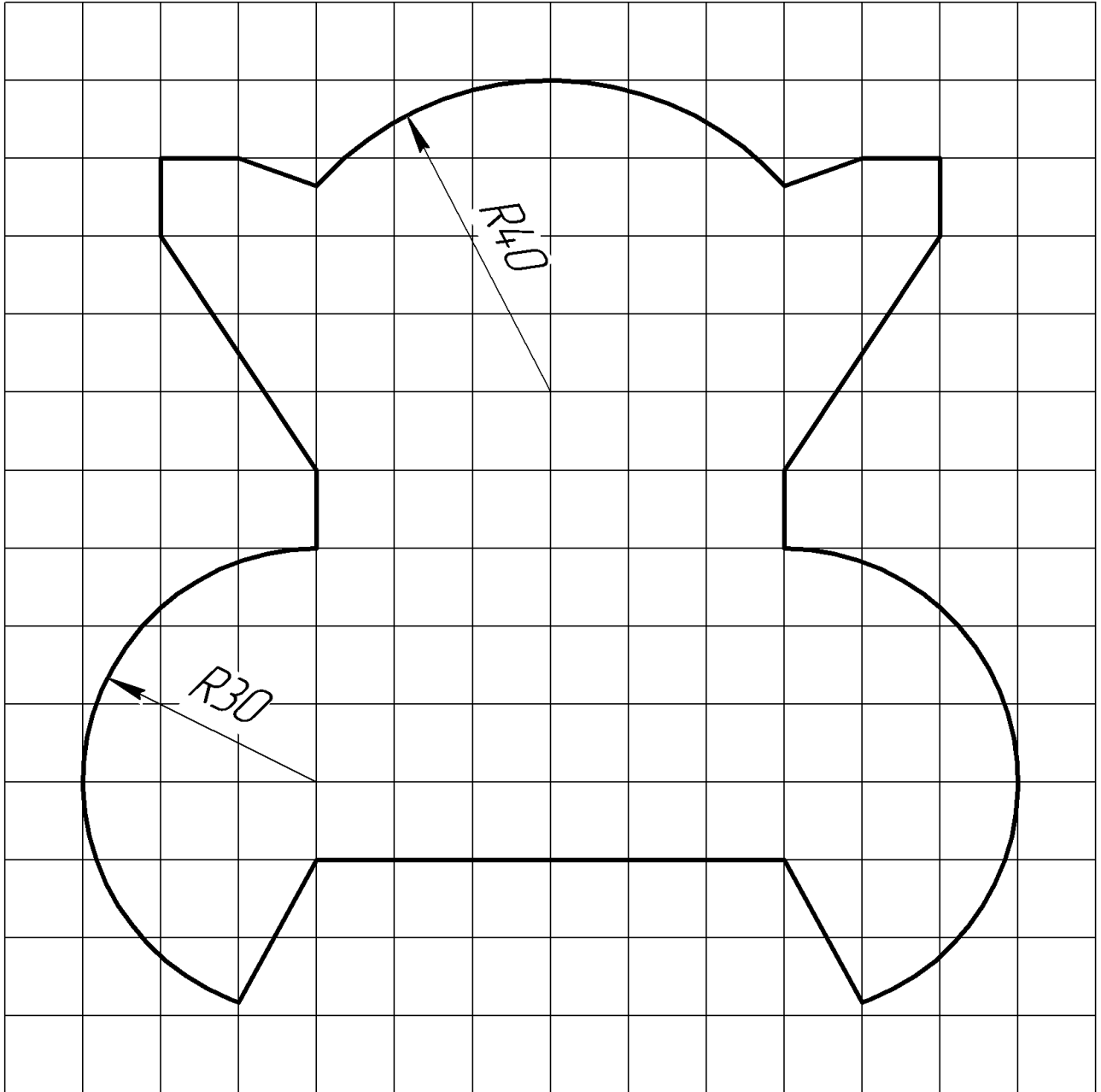
Задача 1 Вариант (шифр) _____ Направление обхода _____

Способ задания размеров _____



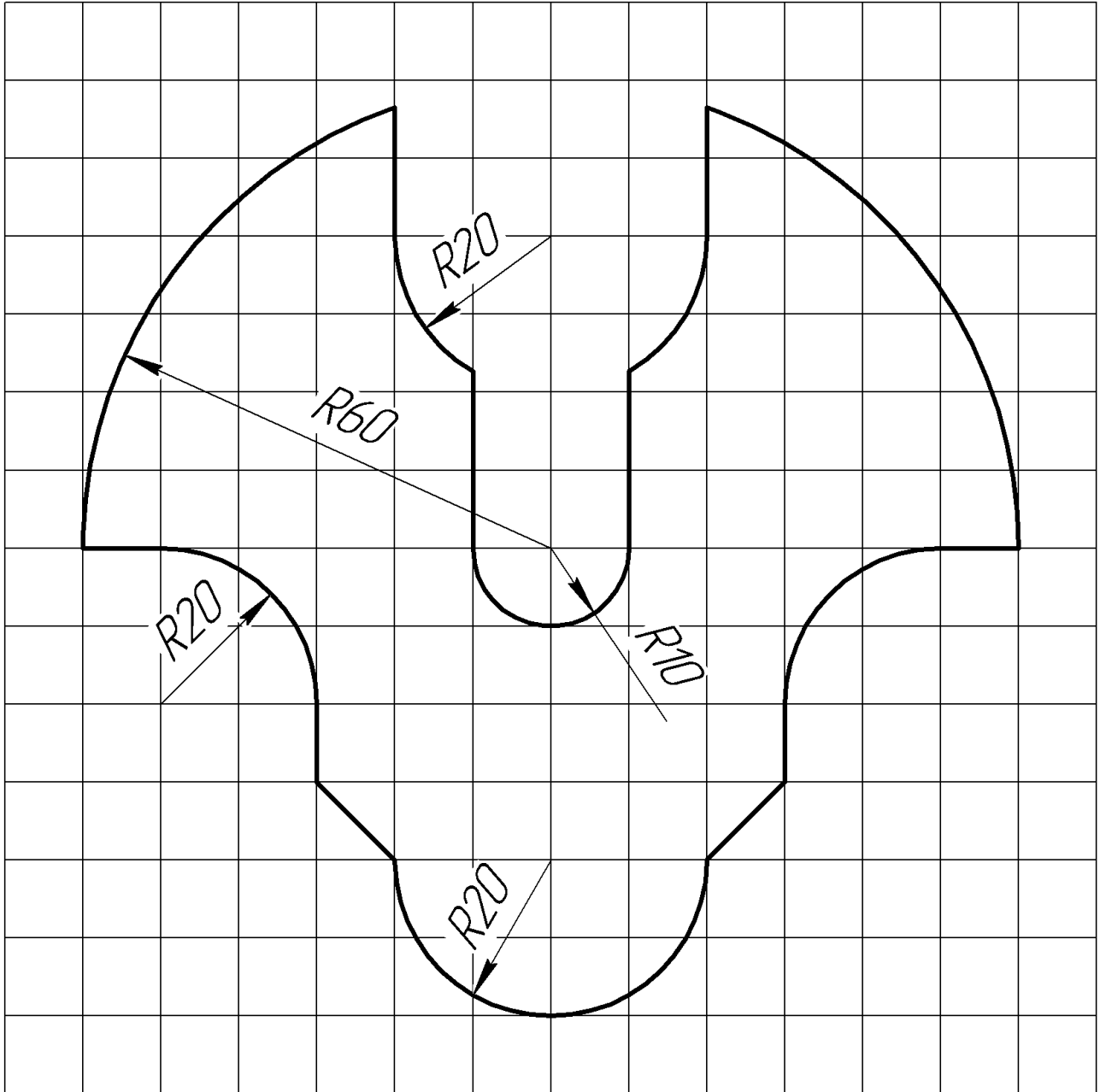
Задача 2 Вариант (шифр) _____ Направление обхода _____

Способ задания размеров _____



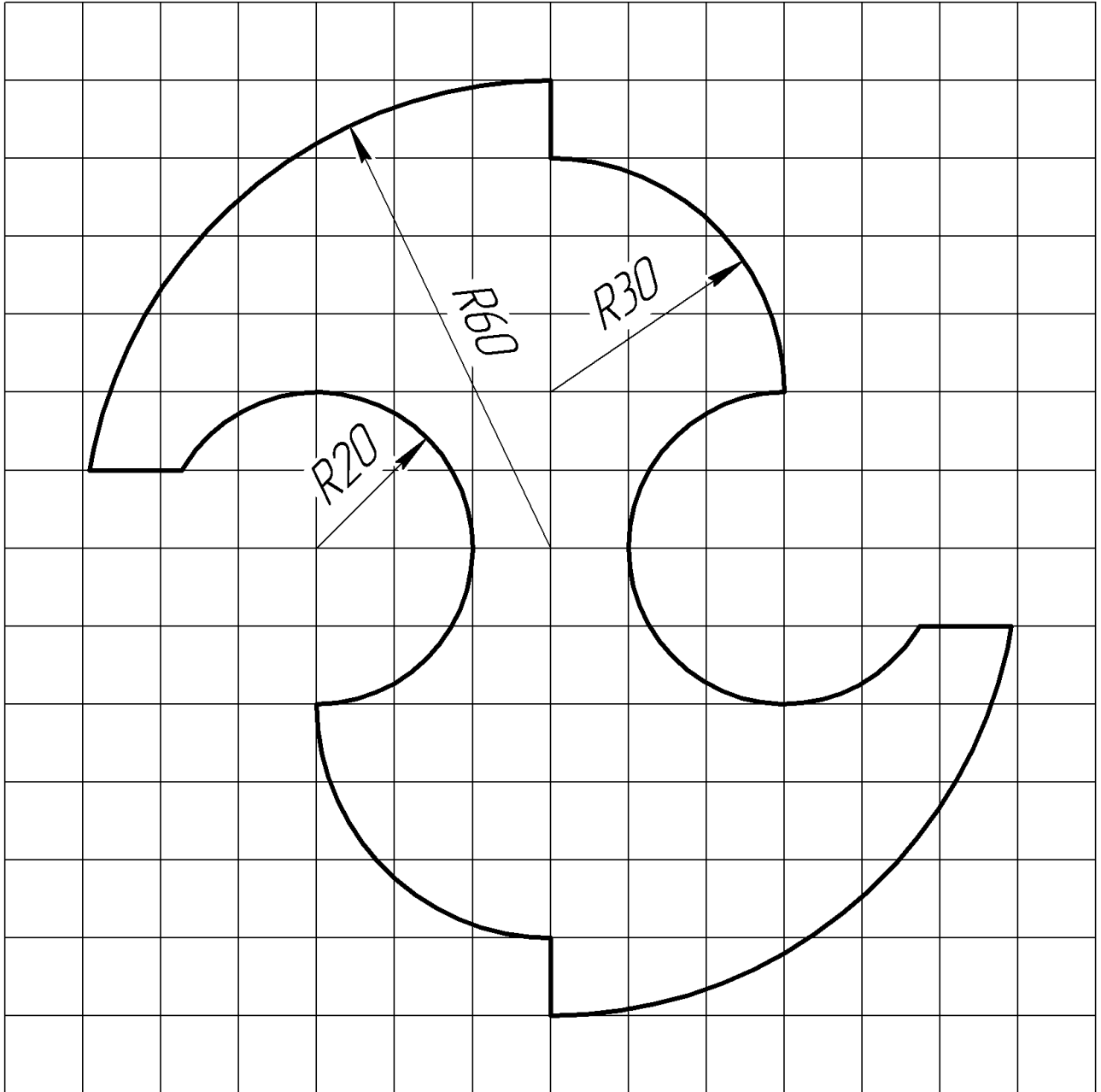
Задача 3 Вариант (шифр) _____ Направление обхода _____

Способ задания размеров _____



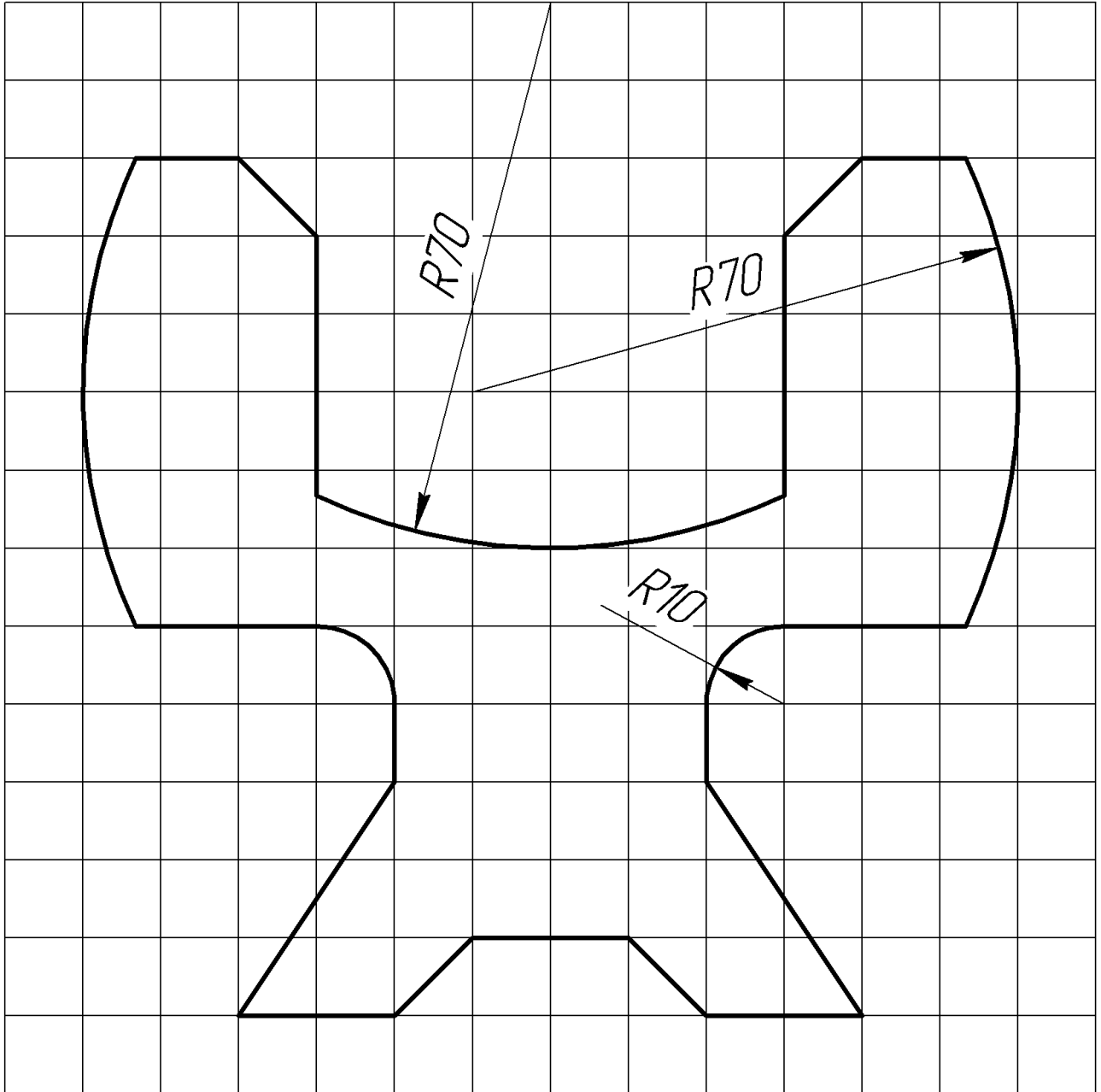
Задача 4 Вариант (шифр) _____ Направление обхода _____

Способ задания размеров _____



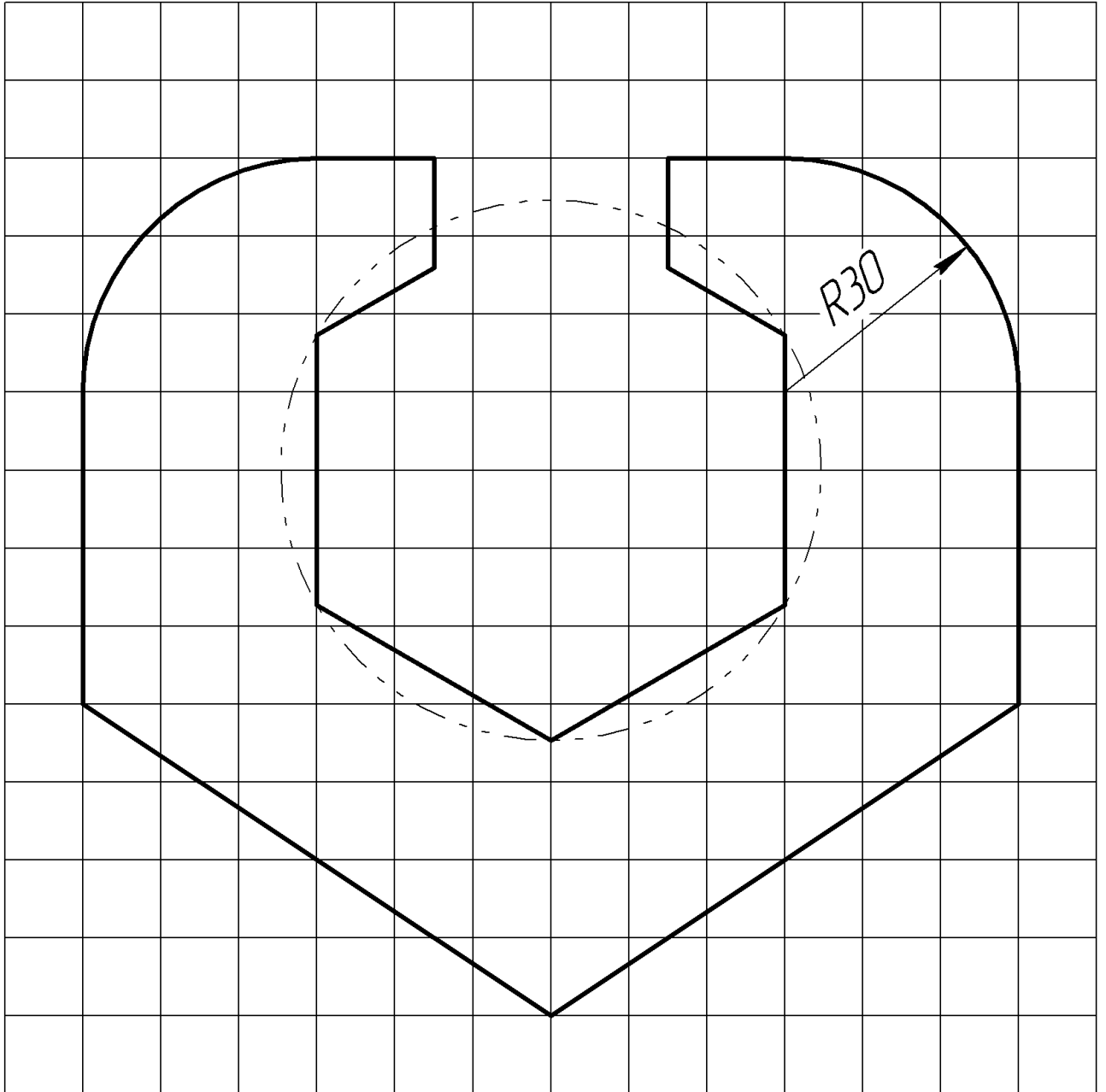
Задача 5 Вариант (шифр) _____ Направление обхода _____

Способ задания размеров _____



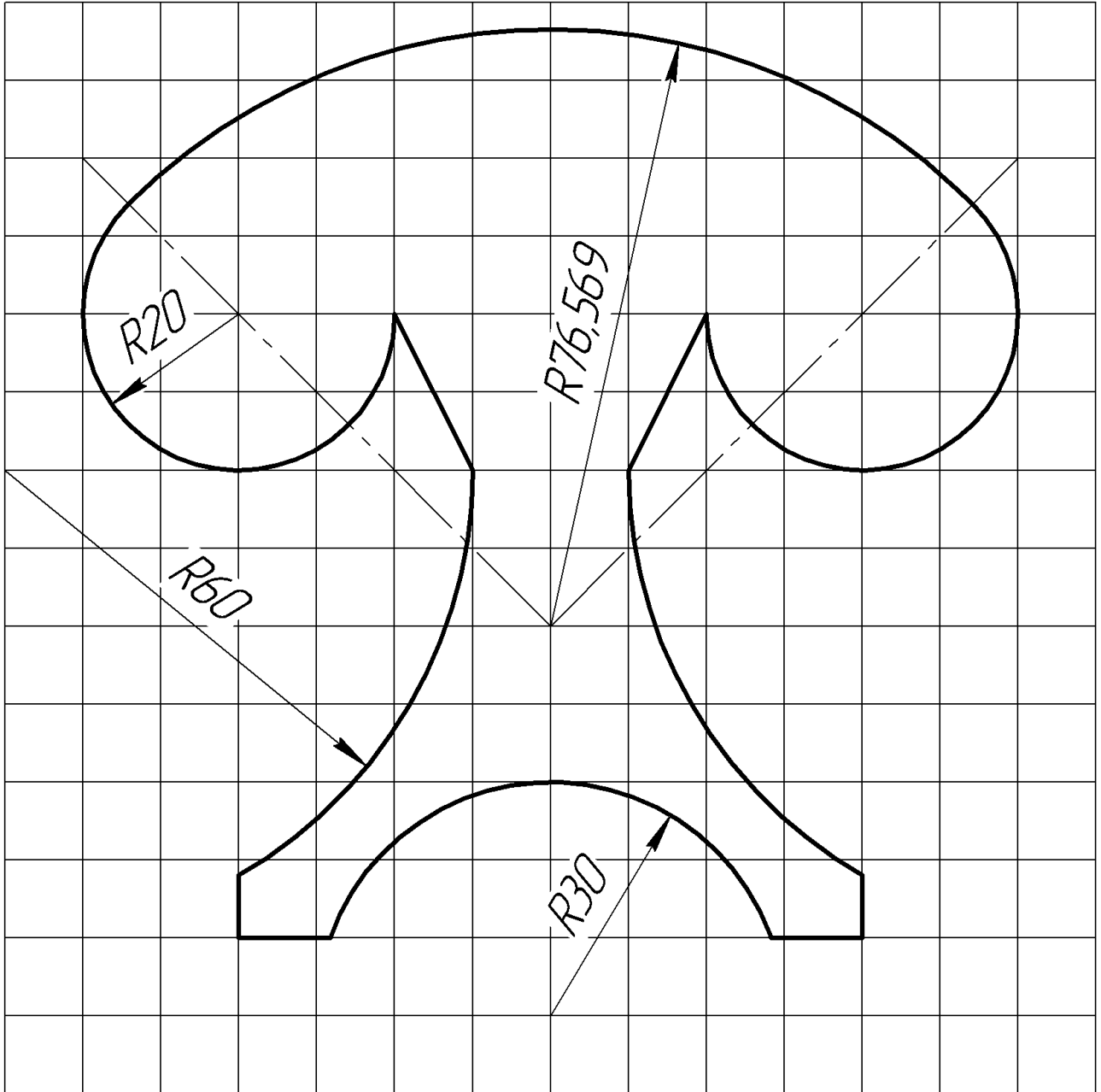
Задача 6 Вариант (шифр) _____ Направление обхода _____

Способ задания размеров _____



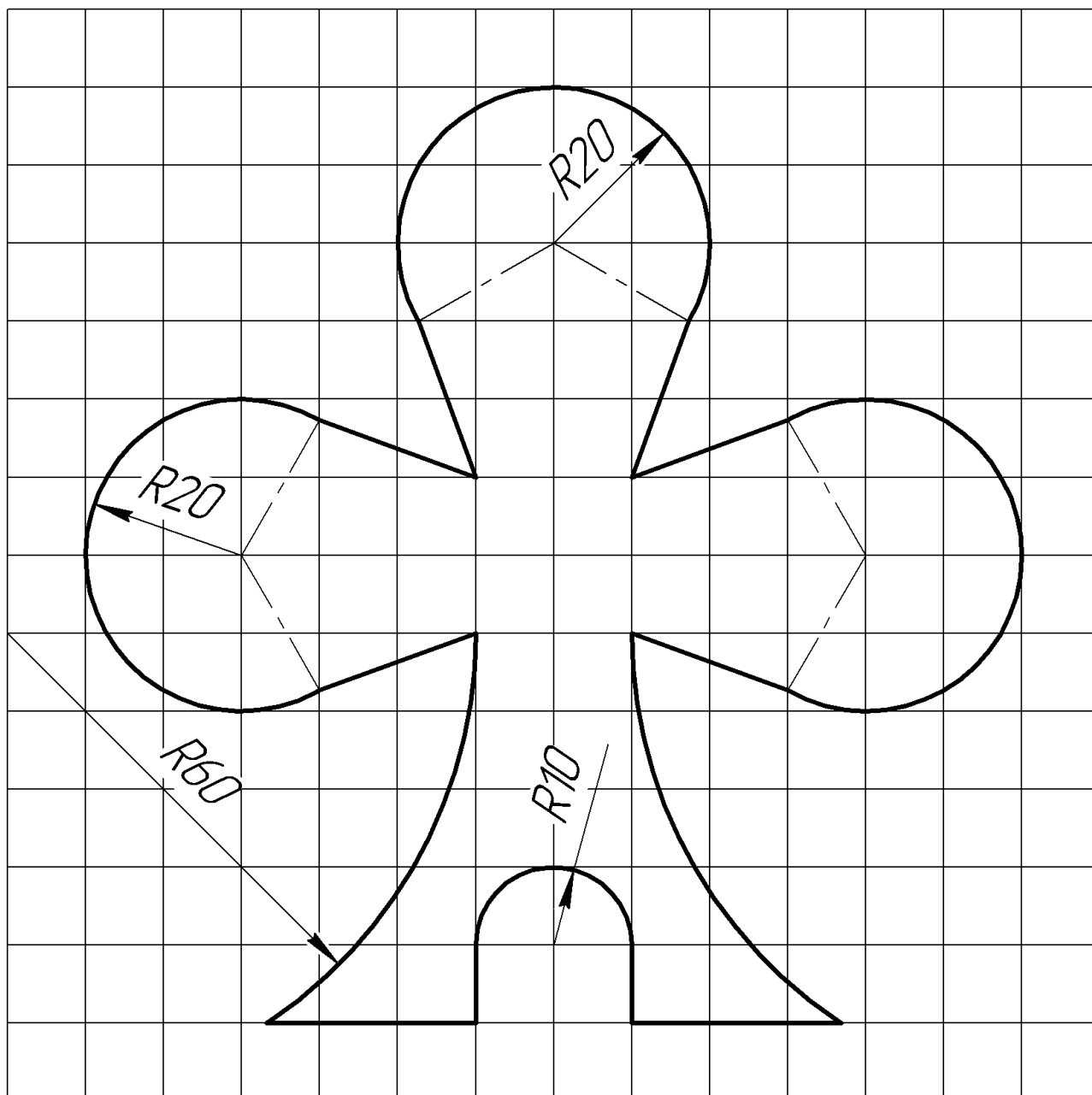
Задача 7 Вариант (шифр) _____ Направление обхода _____

Способ задания размеров _____



Задача 8 Вариант (шифр) _____ Направление обхода _____

Способ задания размеров _____



**Показатели оценки домашней контрольной работы по учебной дисциплине
«Основы программирования для станков с ЧПУ»**

Отметка	Показатели оценки
Не зачтено	Несоответствие варианту ДКР, воспроизведение части программного учебного материала (фрагментарный пересказ и перечисление объектов изучения), наличие существенных ошибок, нарушение методических указаний в оформлении ДКР, отсутствие списка использованных источников.
Зачтено	Описание и объяснение объектов изучения, выявление и обоснование закономерных связей, приведение примеров из практики. Раскрытие сущности вопросов, обоснование и доказательство, подтверждение аргументами и фактами, формулирование выводов, отсутствие существенных ошибок и нарушений методических указаний в оформлении ДКР.