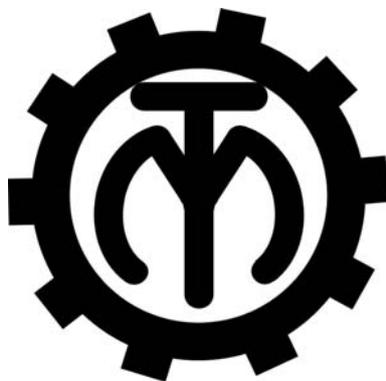


МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Технология машиностроения»

ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ НА СТАНКАХ С ЧПУ

*Методические рекомендации к самостоятельной работе
для студентов специальности
1-36 01 01 «Технология машиностроения»
заочной формы обучения*



Могилев 2020

УДК 621.9.06:004
ББК 34.63:32.81
Т38

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Технология машиностроения» «17» апреля 2020 г.,
протокол № 13

Составитель канд. техн. наук, доц. И. Д. Камчицкая

Рецензент канд. техн. наук А. Е. Науменко

Приведены варианты задания для выполнения аудиторной контрольной
работы, сведения по программированию токарной обработки на языке GTL.

Учебно-методическое издание

ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ НА СТАНКАХ С ЧПУ

Ответственный за выпуск	В. М. Шеменков
Корректор	И. В. Голубцова
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 36 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 7.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2020

Содержание

1 Цели и задачи выполняемой работы.....	4
2 Требования к контрольной работе.....	4
3 Исходные данные для выполнения аудиторной контрольной работы	4
4 Программирование токарной обработки. Язык GTL	6
5 Пример программирования контура при токарной обработке на УЧПУ NC-201 на основе применения языка GTL.....	11
Список литературы.....	12

1 Цели и задачи выполняемой работы

Основной задачей при выполнении аудиторной контрольной работы является закрепление знаний, полученных студентами заочного факультета в процессе самостоятельной работы, приобретение навыков в применении теоретических знаний при решении практических задач программирования обработки на станках с ЧПУ.

В настоящих методических рекомендациях приведены теоретические сведения, исходные данные к контрольной работе, пример программирования обработки контура на УЧПУ NC-201 на основе применения языка GTL, перечень литературы, необходимой для качественного выполнения работы.

2 Требования к контрольной работе

Студенты выполняют аудиторную контрольную работу в соответствии со своим вариантом. Варианты заданий (контрольного вопроса и чертежа детали) соответствуют номеру студента в списке группы.

Контрольная работа должна содержать: ответ на теоретический вопрос, эскизы обрабатываемой детали, используемого инструмента, траекторий движения инструмента, текст управляющей программы на языке GTL с комментариями.

Перед выполнением контрольной работы студент должен изучить теоретический материал по литературе, приведенной в методических рекомендациях. Основные положения, которые необходимо усвоить, соответствуют вопросам аудиторной контрольной работы.

3 Исходные данные для выполнения аудиторной контрольной работы

3.1 Контрольные вопросы

- 1 Классификация систем ЧПУ.
- 2 Особенности устройств ЧПУ на базе микроЭВМ.
- 3 Основные параметры и характеристики станков с ЧПУ.
- 4 Многооперационные станки с ЧПУ.
- 5 Особенности технологического проектирования для станков с ЧПУ.
- 6 Технологичность деталей, обрабатываемых на станках с ЧПУ. Особенности построения маршрута обработки на станках с ЧПУ.
- 7 Требования к приспособлениям для станков с ЧПУ. Классификация систем приспособлений.
- 8 Устройства автоматической смены инструмента для станков с ЧПУ, требования, конструкции, особенности.

9 Вспомогательный инструмент для станков токарной группы.

10 Вспомогательный инструмент для сверлильно-фрезерно-расточных станков с ЧПУ.

11 Фрезерование контуров и плоскостей. Инструмент и схемы обработки.

12 Показатели производительности, основные затраты времени при эксплуатации станков с ЧПУ. Методы расчета производительности, методы измерения реальной производительности.

13 Структура кадра. Формат кадра. Кодирование инструмента, корректоры инструмента. Способы задания подачи и скорости в программе.

14 Токарная обработка на станках с ЧПУ. Инструменты и схемы обработки.

15 Обработка отверстий. Инструмент и схемы.

16 Системы координат станка, детали, инструмента.

17 Траектория инструмента. Эквидистанта. Аппроксимация.

18 Интерполяция.

19 Скорости движения рабочих органов станка.

20 Этапы подготовки и структура управляющих программ.

3.2 Исходные данные для программирования контура на УЧПУ NC-201 на основе применения языка GTL

Для детали, изображенной на рисунке 1, из таблицы 1 по заданному варианту выбрать необходимые размеры.

Для заданной детали разработать программу для обработки на языке GTL.

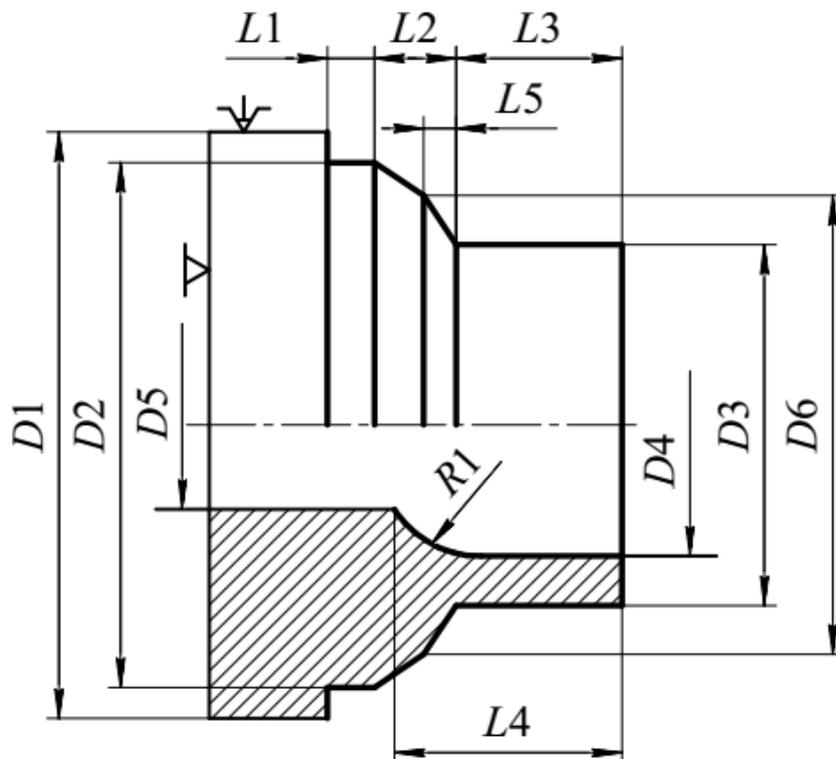


Рисунок 1 – Чертеж детали

Таблица 2 – Варианты заданий

Вариант	D1	D2	D3	D4	D5	D6	L1	L2	L3	L4	L5	R1
1	100	90	70	50	40	80	10	10	16	24	5	20
2	120	100	76	52	48	90	12	16	18	26	9	24
3	110	100	72	54	46	84	14	14	20	28	8	22
4	150	130	100	56	44	110	16	20	22	30	10	40
5	140	120	80	58	42	100	18	28	24	32	12	25
6	130	110	74	60	40	90	20	18	26	34	10	15
7	128	122	88	62	48	100	22	16	28	18	9	14
8	144	130	96	64	46	110	24	30	30	40	15	20
9	90	84	60	50	44	70	26	12	32	50	6	10
10	160	130	90	66	42	110	28	26	34	30	13	18
11	158	140	106	68	40	120	30	22	18	32	11	24
12	98	92	70	52	46	80	32	12	20	34	6	14
13	104	88	70	54	44	60	34	8	22	36	4	14
14	124	112	80	70	42	90	36	20	24	38	10	10
15	114	100	74	60	40	90	40	18	20	42	9	12
16	110	100	80	60	50	90	20	20	26	34	15	30
17	120	100	76	52	48	90	12	16	18	26	9	24
18	110	100	72	54	46	84	14	14	20	28	8	22
19	145	130	100	56	44	110	16	20	22	30	10	40
20	160	120	80	58	42	100	18	28	24	32	12	25

4 Программирование токарной обработки. Язык GTL

Общие сведения о программировании

Векторная геометрия

Определение профиля с использованием GTL основано на применении четырёх типов геометрических элементов:

- 1) точки начала отсчета;
- 2) точки;
- 3) прямые;
- 4) окружности.

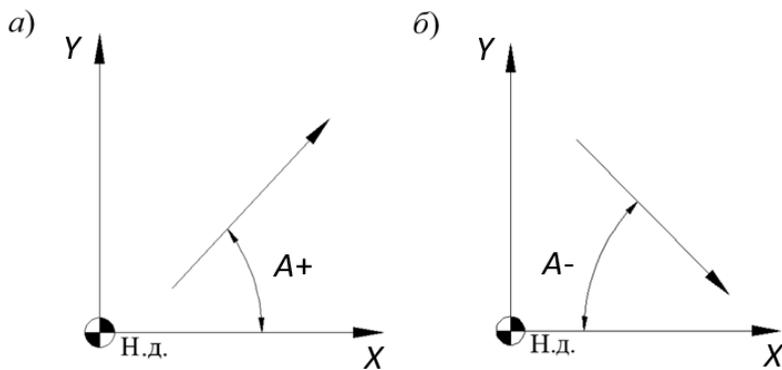
Программирование при помощи GTL, базирующееся на векторной геометрии, требует для каждой прямой линии назначения направления движения.

Условимся, что направление движения прямой определяется углом, который она образует с положительной осью X . Угол будет иметь положительный знак, если ось X необходимо повернуть против часовой стрелки до совпадения с направлением линии, и отрицательный – в обратном случае, как показано на рисунке 2.

Направление должно быть придано также и окружностям. Условно принимается за положительное направление движение против часовой стрелки и за отрицательное – по часовой.

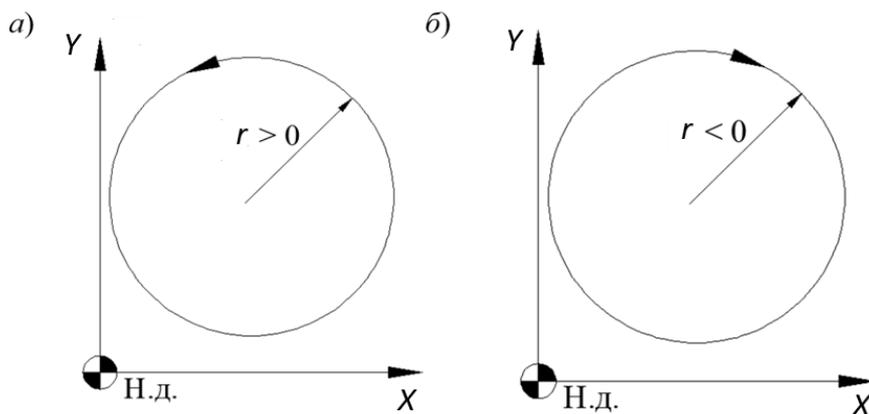
По договоренности придается положительное значение радиусам окружностей с направлением движения против часовой стрелки и отрицательное – в обратном случае (рисунок 3).

Направление, данное элементу, обычно соответствует направлению движения инструмента по профилю.



a – положительное значение угла; b – отрицательное

Рисунок 2 – Определение прямой в полярной системе координат



a – положительное; b – отрицательное

Рисунок 3 – Схема определения значений радиуса

Программирование информации о геометрических элементах

Описание в программе геометрических элементов предусматривает использование следующих строчных символов:

- a – угол;
- l – линия;
- c – окружность;
- d – расстояние;
- m – модуль;
- o – точка начала отсчета;
- r – радиус;
- p – точка;
- s – номер пересечения (дискриминатор);
- b – скос.

Определение точек

Функция определения точек позволяет определить точки в прямой (явной) или косвенной (неявной) форме. Определение может быть дано как в декартовых координатах, так и в полярных (рисунок 4).

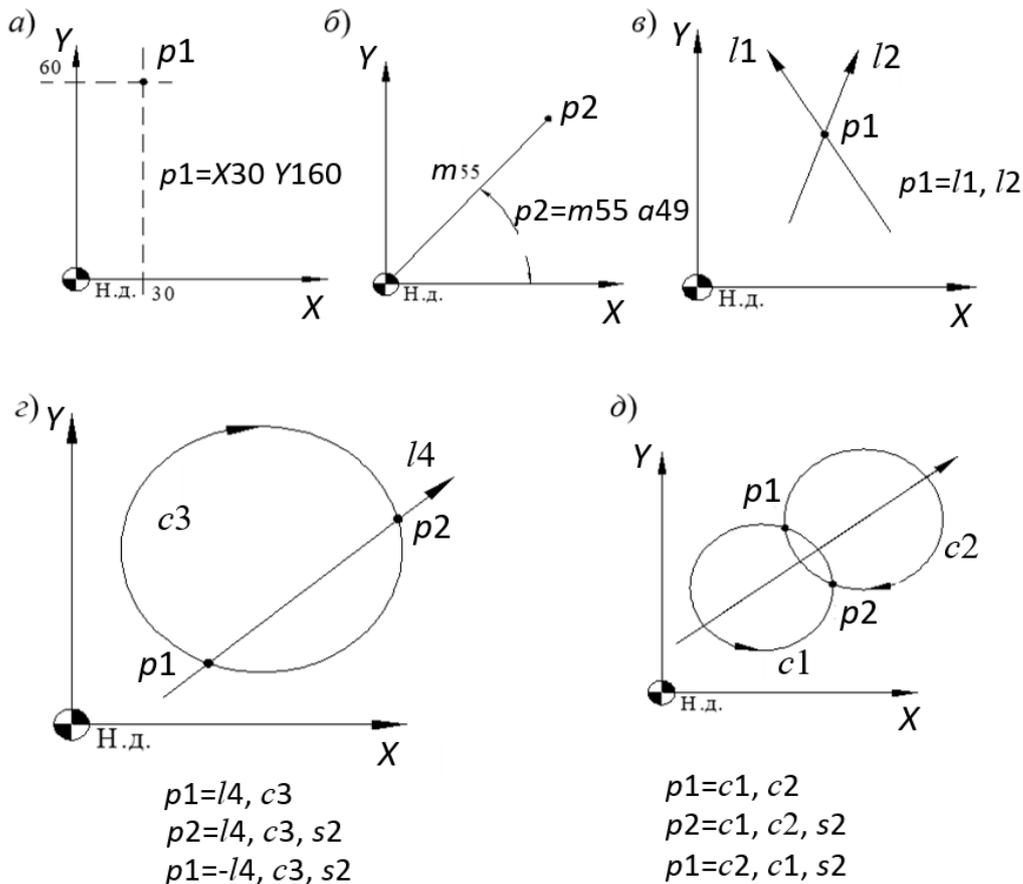


Рисунок 4 – Схемы описания точки

В случае пересечения прямая–окружность или наоборот существуют два возможных решения: окружность $c3$ и прямая $l4$ пересекаются в точках $p1$ и $p2$. Проходя прямую $l4$, следуя ее направлению, сначала встречаем точку $p1$ (первое пересечение), а затем – точку $p2$ (второе пересечение). Для выбора второго пересечения $p2$ необходимо использовать индикатор $s2$. Если он опущен, то выбирается первое пересечение $p1$.

В случае пересечения окружность–окружность существуют два возможных решения: окружности $c1$ и $c2$ пересекаются в точках $p1$ и $p2$ (см. рисунок 4). Рассматривается сориентированная прямая, соединяющая центр первой окружности с центром второй. Она делит плоскость на две полуплоскости. Для выбора точки в правой полуплоскости (если смотреть в направлении сориентированной прямой – $p2$) следует использовать индикатор $s2$. Если он опущен, то автоматически выбирается точка в левой полуплоскости $p1$.

Определение прямой линии

Функция определения прямой линии позволяет определить прямую линию в прямой (явной) или косвенной (неявной) форме (рисунок 5).

При описании геометрических элементов всегда должна быть обеспечена совместимость направлений: линия $l3$ совпадает с направлением окружностей и направлена от первой окружности ко второй.

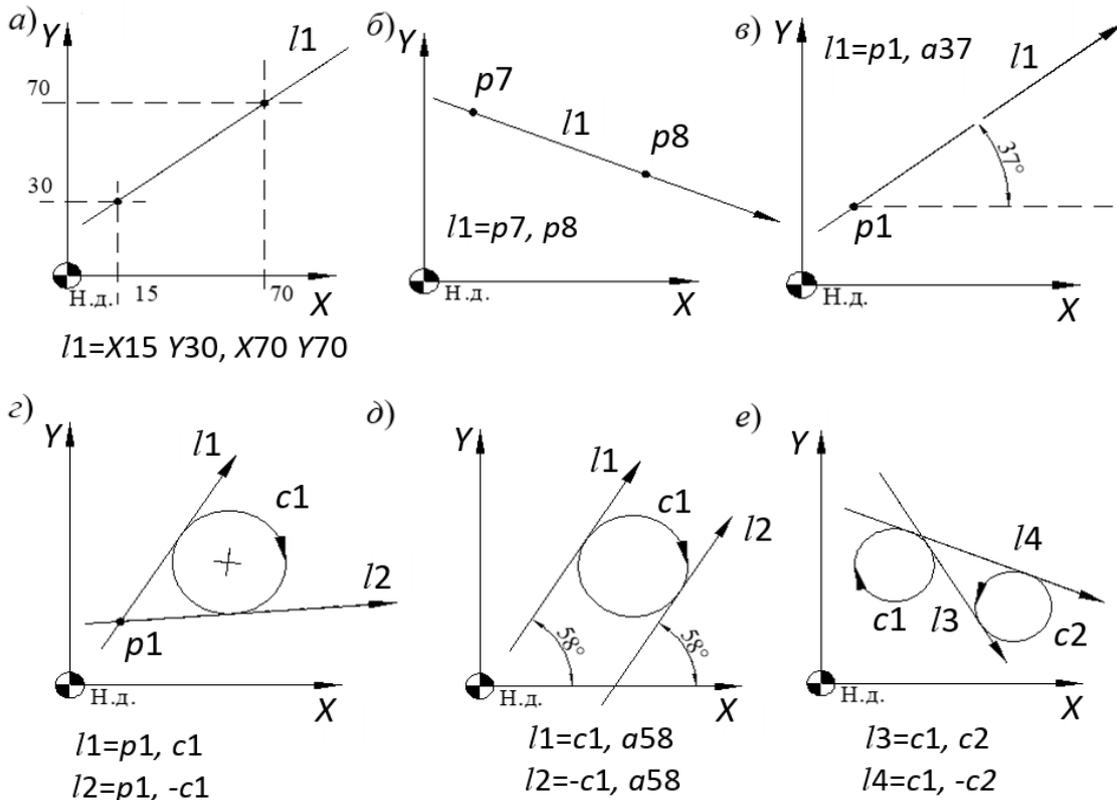


Рисунок 5 – Схемы описания линии

Определение окружностей

Язык GTL позволяет определить окружности в прямой (явной) или косвенной (неявной) форме (рисунок 6).

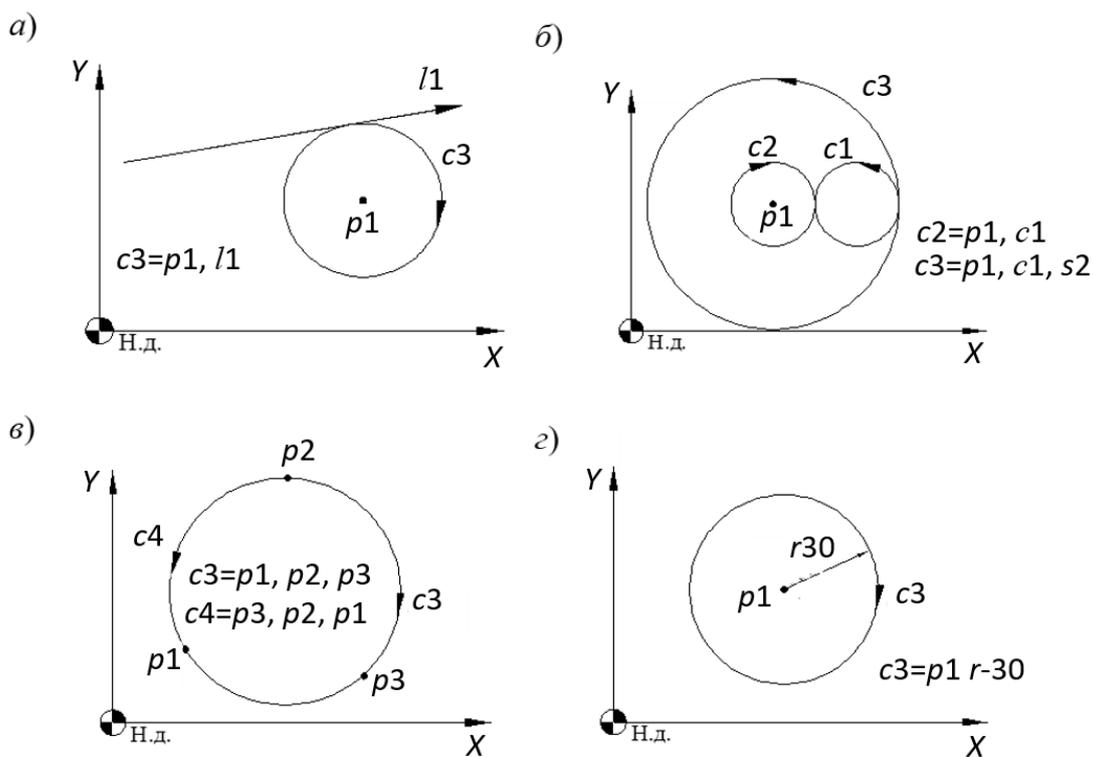


Рисунок 6 – Схема определения окружности точкой центра и линией

При определении окружностей следует учитывать правило: *GTL всегда создает окружность с направлением от первого ко второму элементу и дугой, имеющей меньший центральный угол.*

Определение профиля

Под профилем подразумевается ряд геометрических элементов, записанных в последовательности обхода инструментом и описывающих геометрию обрабатываемой поверхности детали.

Профиль, запрограммированный в геометрии GTL, определяется через функции $G21$ и $G20$:

- $G21$ устанавливает начало профиля;
- $G20$ устанавливает конец профиля.

Профиль может быть открытым и закрытым. Открытый профиль всегда начинается с точки и заканчивается другой точкой.

Компенсация радиуса инструмента действует перпендикулярно к первому элементу на точке начала профиля и перпендикулярно к последнему элементу на точке конца профиля. Компенсация радиуса должна быть открыта на первой

точке профиля $p1$ программированием в кадре функций $G21 G41/G42$ и закрыта на последней точке $p2$ с функциями $G20 G40$, как представлено на рисунке 7.

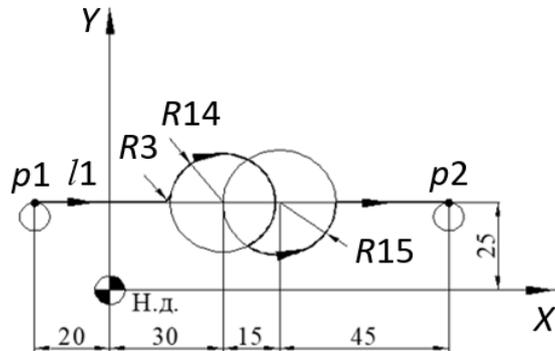


Рисунок 7 – Пример открытого профиля

5 Пример программирования контура при токарной обработке на УЧПУ NC-201 на основе применения языка GTL

Текст программы для обработки профиля детали, представленного на рисунке 8.

```

l5 = Z0 X0, a90
p1= Z0 X50
l1 = p1, a180
l2 = Z-10 X50, a90
l3 = Z-10 X60, a180
l4 = Z-20 X60, a153
p2= Z-30 X70
(DFP, 1)
G21 G42
l5
p1
l1
l2
l3
l4
G20 G40 p2
(EPF)
T1.1 M6
S200 F0.3 M3
G0 X74 Z10
(SPA, 1, L4, X1, Z1)
S300 F0.1

```

(CLP, 1)
G0 X120 Z200 M5
M30

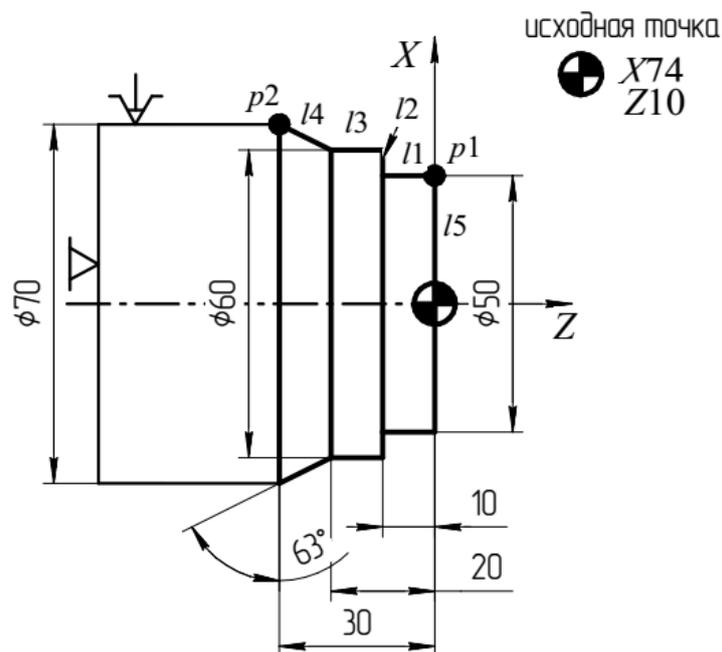


Рисунок 8 – Эскиз обрабатываемой детали

Список литературы

1 Станки с ЧПУ: устройство, программирование, инструментальное обеспечение и оснастка: учебное пособие для вузов / А. А. Жолобов [и др.]. – 3-е изд., стер. – Москва: ФЛИНТА, 2017. – 358 с.

2 **Жолобов, А. А.** Программирование процессов обработки поверхностей на станках с ЧПУ: учебное пособие / А. А. Жолобов, Ж. А. Мрочек, А. М. Федоренко. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2009. – 339 с.

3 Технология изготовления деталей на станках с ЧПУ: учебное пособие / Ю. А. Бондаренко [и др.]. – Старый Оскол: ТНТ, 2011. – 292 с.