

Министерство образования и науки Челябинской области  
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
**«Южно-Уральский государственный технический колледж»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

по ПМ.02 «Разработка и внедрение управляющих программ изготовления  
деталей машин в машиностроительном производстве»

**МДК 02.01 «Разработка и внедрение управляющих программ  
изготовления деталей машин в машиностроительном производстве»**

для студентов специальности  
15.02.16Технология машиностроения

ФП «Профессионалитет»

г. Челябинск 2023 г.

## АКТ СОГЛАСОВАНИЯ

на методические рекомендации по выполнению практических работ по  
МДК 02.01 «Разработка и внедрение управляющих программ изготовления  
деталей машин в машиностроительном производстве» для студентов  
специальности

15.02.16 Технология машиностроения.

Автор: **Ченцов Сергей Александрович**, преподаватель Южно-  
Уральского государственного технического колледжа.

Методические рекомендации содержат **7** практических работ по темам,  
предусмотренным программой ПМ.02 «Разработка и внедрение управляющих  
программ изготовления деталей машин в машиностроительном производстве»

В методических указаниях отражены требования к знаниям и умениям и  
порядок выполнения практических работ.

Работы представлены в виде конкретных задач, требующих решения и  
позволяющих студентам развивать логическое мышление.

По каждой практической работе предусмотрен отчет по  
унифицированной форме. Форма отчета размещена в методических  
рекомендациях.

Представленные в методических рекомендациях практические  
работы позволяют студентам закрепить теоретический материал, сформировать  
умения, предусмотренные программой обучения, а также умения применять  
полученные ранее знания на практике.

Генеральный  
директор ООО ЧЗДТ  
Гордеев Сергей  
Владимирович



## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические рекомендации по выполнению практических работ по ПМ.02 «Разработка и внедрение управляющих программ изготовления деталей машин в машиностроительном производстве», МДК 02.01 «Разработка и внедрение управляющих программ изготовления деталей машин в машиностроительном производстве» предназначены для обучающихся специальности 15.02.16 Технология машиностроения.

Практические занятия являются важным элементом профессионального модуля в целом и междисциплинарного курса, в частности. В процессе выполнения практических работ обучающиеся систематизируют и закрепляют полученные теоретические знания, развивают интеллектуальные и профессиональные умения, формируют элементы компетенций будущих специалистов.

Методические рекомендации предназначены для организации выполнения практических работ по ПМ.02 «Разработка и внедрение управляющих программ изготовления деталей машин в машиностроительном производстве».

Программой ПМ.02 «Разработка и внедрение управляющих программ изготовления деталей машин в машиностроительном производстве» в части междисциплинарного курса «Управляющие программы для обработки заготовок на металлорежущем и аддитивном оборудовании» предусмотрено выполнение **7 практических работ (рассчитанных на 24 часа)**, направленных на **формирование элементов следующих компетенций:**

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам

ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках

ПК 2.1 Разрабатывать вручную управляющие программы для технологического оборудования.

ПК 2.2 Разрабатывать с помощью CAD/CAM систем управляющие программы для технологического оборудования.

ПК 2.3 Осуществлять проверку реализации и корректировки управляющих программ на технологическом оборудовании.

**умения:**

- Составлять управляющие программы для обработки типовых деталей на металлообрабатывающем оборудовании
- Использовать пакеты прикладных программ для разработки управляющих программ;
- Создавать и редактировать на основе общего описания информационные базы, входные и выходные формы, а также элементы интерфейса.
- Реализовывать управляющие программы для изготовления деталей;
- Пользоваться технологической документацией при разработке управляющих программ;
- Корректировать управляющую программу в соответствии с результатом обработки и рассчитывать технологические параметры процесса изготовления деталей.

***Личностные результаты, формируемые, в процессе обучения:***

ЛР 4 Проявляющий и демонстрирующий уважение к людям труда, осознающий ценность собственного труда. Стремящийся к формированию в сетевой среде личностно и профессионального конструктивного «цифрового следа».

ЛР 7 Осознающий приоритетную ценность личности человека; уважающий собственную и чужую уникальность в различных ситуациях, во всех формах и видах деятельности.

ЛР 13 Готовый соответствовать ожиданиям работодателей: активный, проектно-мыслящий, эффективно взаимодействующий и сотрудничающий с

коллективом, осознанно выполняющий профессиональные требования, ответственный, пунктуальный, дисциплинированный, трудолюбивый, критически мыслящий, демонстрирующий профессиональную жизнестойкость

ЛР 15 Готовый к профессиональной конкуренции и конструктивной реакции на критику.

ЛР 17 Содействующий поддержанию престижа своей профессии, отрасли и образовательной организации.

Описание каждой практической работы содержит номер, название и цель работы, формируемые в процессе выполнения работы знания и умения, теоретическое изложение необходимого материала (при необходимости примеры выполнения заданий), алгоритм выполнения работы, варианты заданий.

Для получения дополнительной, более подробной информации по основным вопросам учебной дисциплины в конце методических рекомендаций приведен перечень информационных источников.

Отчеты студентов по практическим работам должны содержать номер, название и цель работы, выполненные задания и их результаты, ответы на контрольные вопросы и выводы по проделанной работе.

Титульный лист должен быть оформлен в соответствии с приложением А.

### Перечень практических занятий

№	Наименование практической работы	Кол-во часов
1	Программирование обработки наружных поверхностей на токарных станках с ЧПУ	4
2	Оформление расчетно-технологической карты обработки наружных поверхностей на токарных станках с ЧПУ	4
3	Программирование обработки внутренних поверхностей на токарных станках с ЧПУ	4
4	Оформление расчетно-технологической карты обработки внутренних поверхностей на токарных станках с ЧПУ	4
5	Программирование обработки поверхностей на фрезерных станках с ЧПУ	4
6	Оформление расчетно-технологической карты обработки на фрезерных станках с ЧПУ	3
<b>ИТОГО</b>		<b>23</b>

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 1

**Название практической работы:** Программирование обработки наружных поверхностей на токарных станках с ЧПУ

**Цель работы:** Формирование умений разработки управляющей программы обработки детали на токарном станке.

**умения:**

- читать чертежи;
- рассчитывать и проверять величину припусков и размеров заготовок;
- анализировать и выбирать схемы базирования;
- выбирать способы обработки поверхностей и назначать технологические базы;
- выбирать технологическое оборудование и технологическую оснастку: приспособления, режущий, мерительный и вспомогательный инструмент;
- рассчитывать режимы резания по нормативам;
- составлять управляющие программы для обработки типовых деталей на металлообрабатывающем оборудовании;
- использовать пакеты прикладных программ для разработки конструкторской документации и проектирования технологических процессов

**знания (актуализация):**

- методику проектирования технологического процесса изготовления детали;
- типовые технологические процессы изготовления деталей машин;
- виды деталей и их поверхности;
- классификацию баз;
- виды заготовок и схемы их базирования;
- условия выбора заготовок и способы их получения;
- правила выбора технологических баз;
- виды обработки резания;
- виды режущих инструментов;

- технологические возможности металлорежущих станков;
- назначение станочных приспособлений;
- методику расчета режимов резания;
- требования ЕСКД и ЕСТД к оформлению технической документации;
- методику разработки и внедрения управляющих программ для обработки простых деталей на автоматизированном оборудовании;

### **Теоретический материал:**

#### **Структура программы**

Управляющая программа представляет собой последовательность простейших команд, таких как линейное и круговое перемещение инструмента заданные координаты, включение—отключение вращения шпинделя, изменение частоты вращения шпинделя, подачи и др. Управляющая программа является последовательностью программных кадров, сохраненных в системе управления. При выполнении обработки детали эти кадры считываются и проверяются компьютером в запрограммированном порядке. Соответствующие управляющие сигналы поступают на станок.

Управляющая программа ЧПУ состоит из:

- номера программы;
- кадров управляющей программы;
- слов;
- адресов;
- числовых комбинаций (для адресов с частичным знаком).

#### **Применяемые адреса функций:**

**O**—номер программы от 1 до 9999 для программ обработки и подпрограмм;

**N** – номер кадра от 1 до 9999;

**G**—подготовительная функция;

**X, Z**—координаты точки в системе отчета станка;

**F** – скорость подачи, шаг резьбы;

**S**—скорость вращения шпинделя, скорость резания;



**T**–вызов инструмента и коррекции на него;

**M**–вспомогательная функция;

**;**–конец блока (кадра, программы).

### **Система координат токарного станка**

На токарном станке EMCO ConceptTurn 55 используется двух координатная система перемещений (рисунок 1): продольная – ось заготовки (координата **Z**) и поперечная (координата **X**). Для удобства пользователя значение по координате **X** задается диаметром. Это дает возможность сравнивать истинный размер непосредственно с размерами на чертеже.

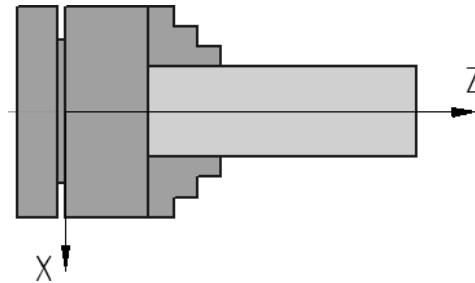


Рисунок 1 - Система координат токарного станка

### **Применяемые подготовительные функции**

**G00**–ускоренное перемещение;

**G01**–линейная интерполяция;

**G02**–круговая интерполяция по часовой стрелке;

**G03**–круговая интерполяция против часовой стрелки;

**G94**–подача в мм/мин;

**G95**–подача в мм/об.

### **Программирование перемещений по дуге окружности Формат**

**N...G02(G03)X...Z...R... F...**

**X, Z**–конечная точка дуги;

**R**–радиус дуги;

**F** – скорость подачи.

Инструмент перемещается в конечную точку вдоль установленной дуги с запрограммированной скоростью подачи. На рисунке 2 показ

ано перемещение инструмента по дуге окружности против часовой стрелки (по **G03**).

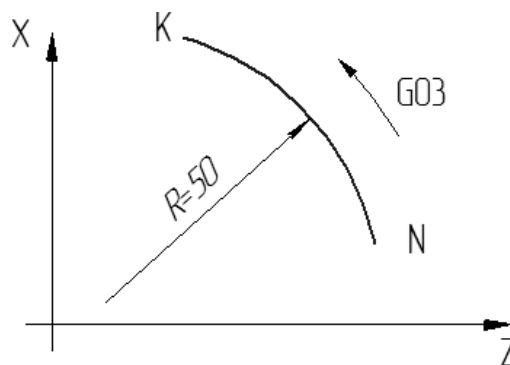


Рисунок 2 - Определение направления перемещения по дуге окружности

#### Примечание:

- ввод **R** с положительным знаком дает дугу  $< 180^\circ$ , с отрицательным знаком дает дугу  $> 180^\circ$  (рисунок 3).
- полная окружность не может быть запрограммирована при помощи **R**.
- направление вращения для функций **G02, G03** всегда определяется над осью вращения (т.е. в первой четверти декартовой системы координат), независимо от того, как установлен инструмент на станке (на ди или под осью вращения).

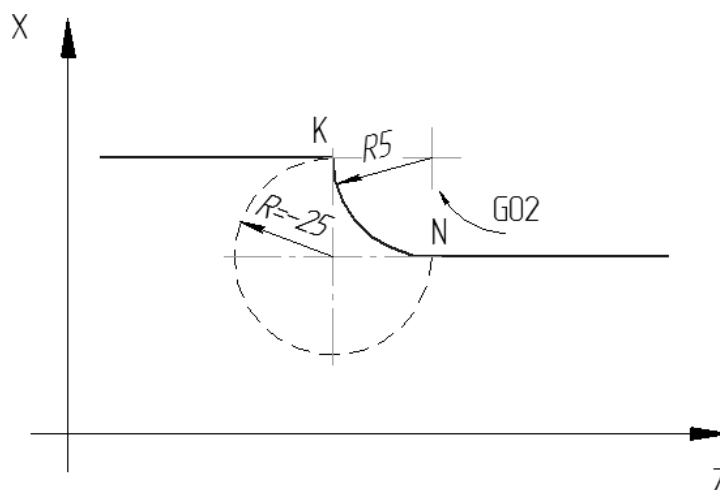


Рисунок 3 - Определение направления перемещения по дуге окружности

#### Программирование частоты вращения шпинделя

Привод станка обеспечивает бесступенчатое регулирование частоты

вращения шпинделя в пределах диапазона. Первый

диапазон: 120...2000 об/мин, второй диапазон: 280...4000 об/мин. Частота вращения задаётся прямым кодом.

Например,  $n = 600$  об/мин – «**S600**».

### **Программирование подачи**

Подача по умолчанию задаётся в мм/об дискретностью 0,01 мм/об.

Например:  $S_0 = 0,1$  мм/об – «**F0,1**».

Кроме этого, есть возможность задавать подачу в мм/мин, используя подготовительную функцию **G94**.

Например:  $S_0 = 100$  мм/мин – «**G94.....F100**».

### **Значение вспомогательных функций:**

M02 – конец программы;

M03 – вращение шпинделя по часовой стрелке; M04 – вращение шпинделя против часовой стрелки; M05 – останов шпинделя;

M30 – конец управляющей программы.

**Задание:** разработать управляющую программу обработки детали на токарном станке с ЧПУ

### **Ход работы**

1. Задать параметры заготовки, выбрать необходимый инструмент для обработки
2. Разработать маршрут обработки детали (рисунок 1Б приложения)
3. Разработать управляющую программу обработки детали
4. Сформулировать переходы при токарной обработке детали
5. Сделать вывод по выполненной работе.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 2**

**Название практической работы:** Оформление расчетно-технологической карты обработки наружных поверхностей на токарных станках с ЧПУ

**Цель работы:** Формирование умений оформлять элементы технологического процесса обработки детали

**умения:**

- читать чертежи;
- анализировать конструктивно-технологические свойства детали, исходя из ее служебного назначения;
- определять тип производства;
- анализировать и выбирать схемы базирования;
- выбирать способы обработки поверхностей и назначать технологические базы;
- составлять технологический маршрут изготовления детали;
- проектировать технологические операции;
- разрабатывать технологический процесс изготовления детали;
- выбирать технологическое оборудование и технологическую оснастку: приспособления, режущий, мерительный и вспомогательный инструмент;
- рассчитывать режимы резания по нормативам;
- оформлять технологическую документацию.

**знания (актуализация):**

- служебное назначение и конструктивно-технологические признаки детали;
- методику проектирования технологического процесса изготовления детали;
- типовые технологические процессы изготовления деталей машин;
- виды деталей и их поверхности;
- классификацию баз;
- виды заготовок и схемы их базирования;
- правила выбора технологических баз;

- виды режущих инструментов;
- элементы технологической операции;
- технологические возможности металлорежущих станков;
- назначение станочных приспособлений.

### **Теоретический материал:**

РТК представляет собой траекторию перемещения инструмента при обработке детали (рисунок 4), а также координаты опорных точек перемещения (рисунок 5), используемый режущий инструмент и режимы резания. Перед составлением РТК необходимо определить последовательность обработки детали с назначением припусков на обработку. После этого нанести на чертеж детали траекторию перемещения режущего инструмента и определить координаты опорных точек, выбрать режимы резания (частоту вращения детали и подачу) и занести данные в таблицу РТК.

Если при обработке детали на станке с ЧПУ используется только один режущий инструмент, то его можно не вносить в таблицу.

Расчетно-технологическая карта (РТК) служит исходным документом:

- технологу-программисту для расчета управляющей программы;
- оператору станка с ЧПУ для настройки станка на обработку детали;
- конструктору (в виде технических условий) на проектирование зажимной оснастки и специального режущего инструмента.

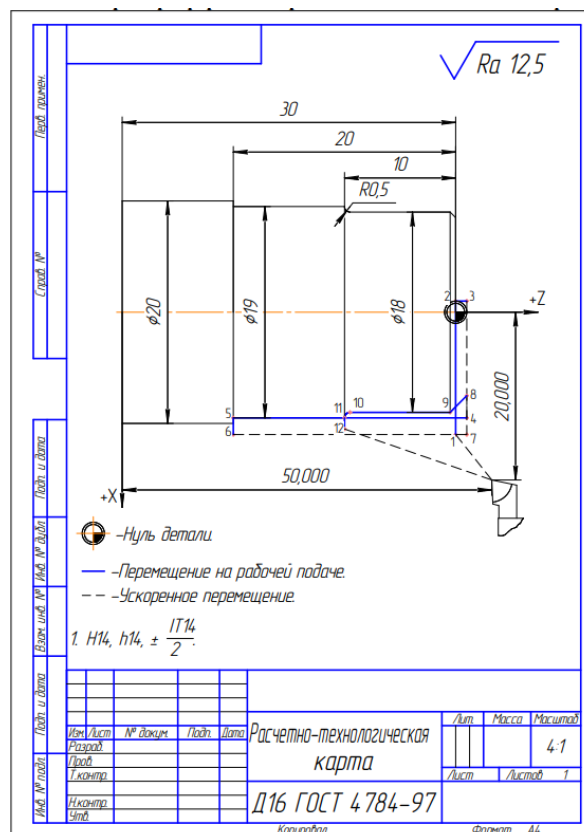


Рисунок 4 - Операционный эскиз, совмещенный с траекторией движения инструмента

№ точки	Координаты точки, мм		S, мм/об	n, об/мин
	X	Z		
1	22	0	0,12	2000
2	-2	0		
3	-2	1		
4	19	1	0,1	1600
5	19	-20		
6	22	-20		
7	22	1	0,05	1700
8	15	1		
9	18	-0,5		
10	18	-9,5	0,05	1700
11	19	-10		
12	21	-10		

Рисунок 5 - Таблица координат точек и режимов резания

**Задание:** оформить расчетно - технологическую карту обработки детали на токарном станке с ЧПУ

### **Ход работы**

1. Задать параметры заготовки, выбрать необходимый инструмент для обработки;
2. Разработать маршрут обработки детали (рисунок 2Б приложения);
3. Разработать элемент управляющей программы обработки детали;
4. Сформулировать переходы при токарной обработке детали;
5. Сделать вывод по выполненной работе.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 3**

**Название практической работы:** Программирование обработки внутренних поверхностей на станках с ЧПУ

**Цель работы:** Формирование навыков по разработке управляющих программ обработки внутренних поверхностей на станках с ЧПУ.

**умения:**

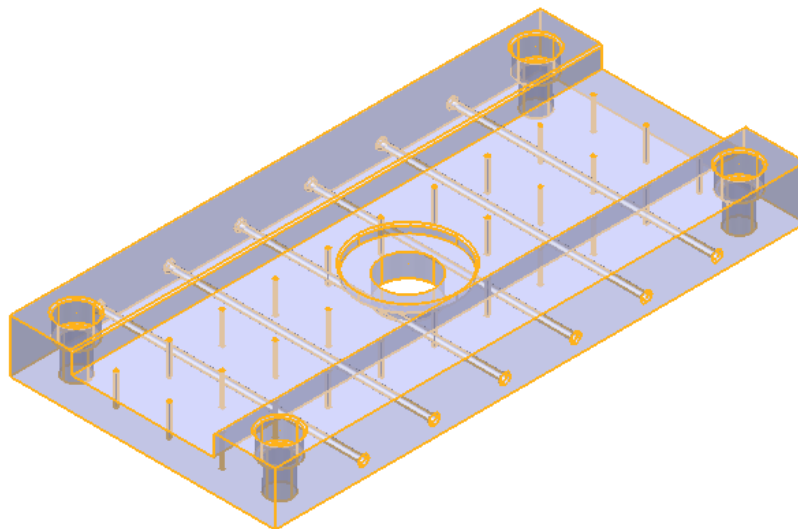
- читать чертежи;
- анализировать конструктивно-технологические свойства детали, исходя из ее служебного назначения;
- определять тип производства;
- анализировать и выбирать схемы базирования;
- выбирать способы обработки поверхностей и назначать технологические базы;
- составлять технологический маршрут изготовления детали;
- проектировать технологические операции;
- разрабатывать технологический процесс изготовления детали;
- выбирать технологическое оборудование и технологическую оснастку: приспособления, режущий, мерительный и вспомогательный инструмент;
- рассчитывать режимы резания по нормативам;
- оформлять технологическую документацию.

### **знания (актуализация):**

- служебное назначение и конструктивно-технологические признаки детали;
- методику проектирования технологического процесса изготовления детали;
- типовые технологические процессы изготовления деталей машин;
- виды деталей и их поверхности;
- классификацию баз;
- виды заготовок и схемы их базирования;
- правила выбора технологических баз;
- виды режущих инструментов;
- элементы технологической операции;
- технологические возможности металлорежущих станков;
- назначение станочных приспособлений.

### **Теоретический материал:**

Учитывая все многообразие деталей, обрабатываемых на станках, редкая из них не содержит такого элемента как отверстие. Назначение отверстий в детали может быть разным: конструкционное - соединение деталей между собой в сборочный узел, функциональное – канал охлаждения в пресс-форме и т.д.





По геометрии отверстия классифицируют на цилиндрические, ступенчатые, фасонные, конические. В детали отверстие может быть сквозным (обеспечивает выход инструмента) и глухим. Для обработки отверстий может применяться различный инструмент: лезвийный (сверла, зенкера, развертки, зенковки, резцы и т.д), абразивный и другие. На рисунке ниже показаны сквозное (слева) и глухое отверстия.



На металлорежущих станках обработка производится лезвийным инструментом, а операция называется аналогично названию инструмента. Для обработки одного отверстия в зависимости от геометрии, точности и шероховатости может применяться несколько операций (центровка, предварительное сверление, растачивание и т.д.)

Для программирования обработки отверстий на станках ЧПУ используют так называемые постоянные циклы сверления.

Постоянный цикл сверления – это макропрограмма, заложенная в систему ЧПУ и вызываемая как функция с передачей параметров обработки. Возникновение циклов сверления уходит своими корнями во времена, когда программист вручную писал управляющую программу для обработки, а система ЧПУ не имела достаточного объема памяти для хранения этой программы.

Поэтому основной целью создания подобного функционала являлось сокращения времени программирования и минимизация кода (количество символов в программе). Постоянный цикл сверления упрощает программу, заменяя несколько ее строк одним блоком.

В коде ИСО 7 бит для программирования постоянных циклов сверления используются G-коды с номерами от 80 до 89 (G80-G89), часть из которых зарезервирована и не используется.

G80 – отмена цикла сверления;

G81 – простое сверление (Single PeckingDrilling)

G82 – сверление с ломкой стружки (BreakChipDrilling)

G83 – глубокое сверление (Deep Drilling)

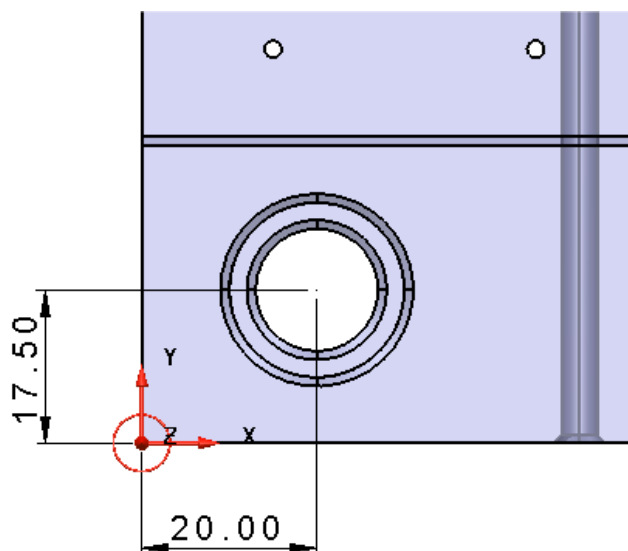
G84 – нарезка резьбы (Tapping)

G85 – растачивание (Counter Bore);

Как видно из таблицы, номер G функции задает тип операции сверления. Перед тем как вызвать нужный цикл, инструмент позиционируется в нужную точку относительно системы координат. После вызывается цикл сверления с характерными для него параметрами.

#### *Простое сверление (G81)*

Данный цикл предполагает непрерывное движение сверла в материале от верха до дна отверстия с заданной скоростью. Для программирования используется код G81. Для сверления отверстия на рисунке ниже, потребует следующий фрагмент управляющей программы.



%

O0001

N10 G17 G40 G49 G80 G90 (*подготовительная часть УП*)

N15 T1 M6 (*установка инструмента*)

N20 G54 (*задание нулевой точки детали*)

N25 G0 G43 Z50 H1 (*включение корректора на длину*)

N30 X20 Y17.50 (*выход в точку центра отверстия*)

N35 G1 Z15 F500 (*выход на безопасную плоскость Z=15мм*)

N40 G81 Z-30 R5 F100 (*вызов цикла простого сверления*)

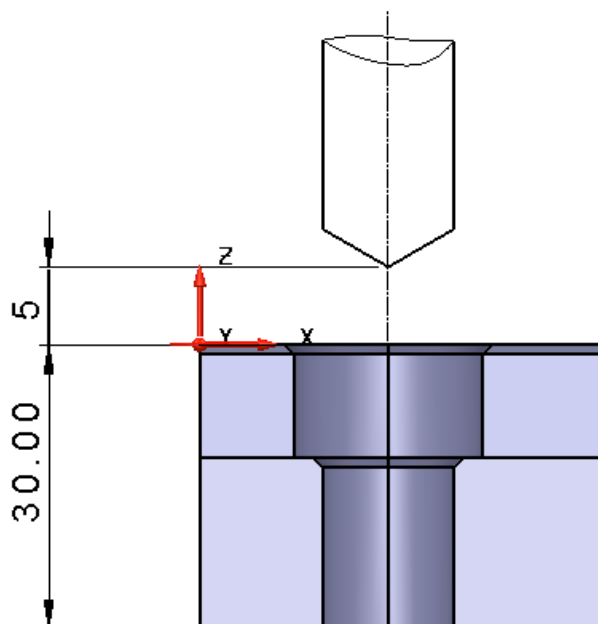
N45 G80 (*отменить цикл сверления*)

N50 G0 Z50 (*подъем в конечную точку траектории*)

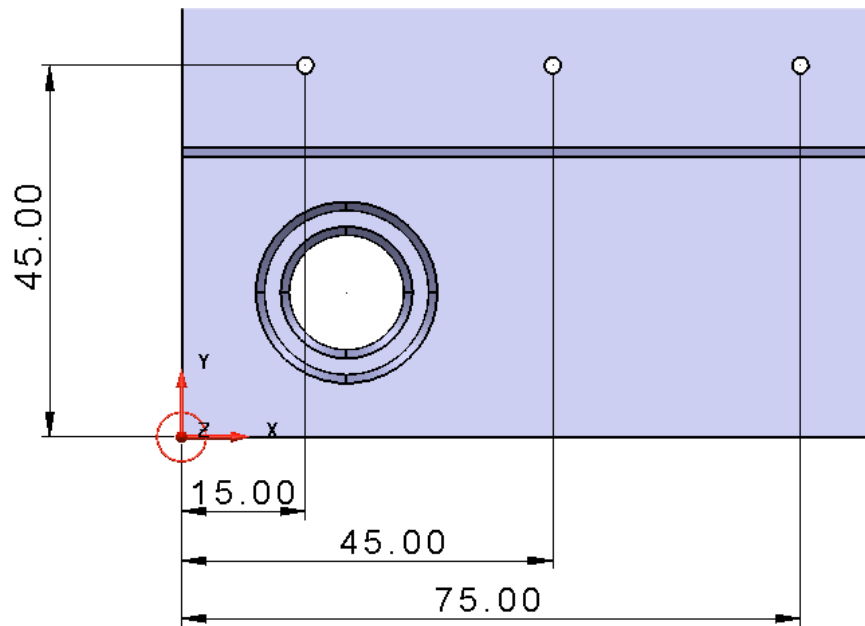
N55 M05 (*выключить обороты шпинделя*)

N60 M30 (*конец программы*)

В кадре 40 производится вызов цикла простого сверления G81, согласно которому инструмент опускается на глубину отверстия 30 мм (Drilling Total Depth), которая задается параметром Z-30, после чего будет выведен на плоскость отвода R5 (Clear Plane). На рисунке ниже показан эскиз обрабатываемого отверстия.



Если необходимо просверлить сразу несколько однотипных отверстий, то после объявления цикла координаты всех отверстий перечисляются построчно. Вызванный цикл будет активным до тех пор, пока не будет выдана команда на окончание цикла сверления G80.



Управляющая программа для обработки нескольких отверстий будет выглядеть следующим образом:

% O0001

N10 G17 G40 G49 G80 G90 (*подготовительная часть УП*)

N15 T1 M6 (*установка инструмента*)

N20 G54 (*задание нулевой точки детали*)

N25 G0 G43 Z50 H1 (*включение корректора на длину*)

N30 X15 Y45 (*выход в точку центра отверстия 1*)

N35 G1 Z15 F500 (*выход на безопасную плоскость Z=15мм*)

N40 G81 Z-30 R5 F100 (*вызов цикла простого сверления*)

N45 X45 (*переход и сверление отверстие 2*)

N50 X75 (*переход и сверление отверстие 3*)

N45 G80 (*отменить цикл сверления*)

N50 G0 Z50 (*подъем в конечную точку траектории*)

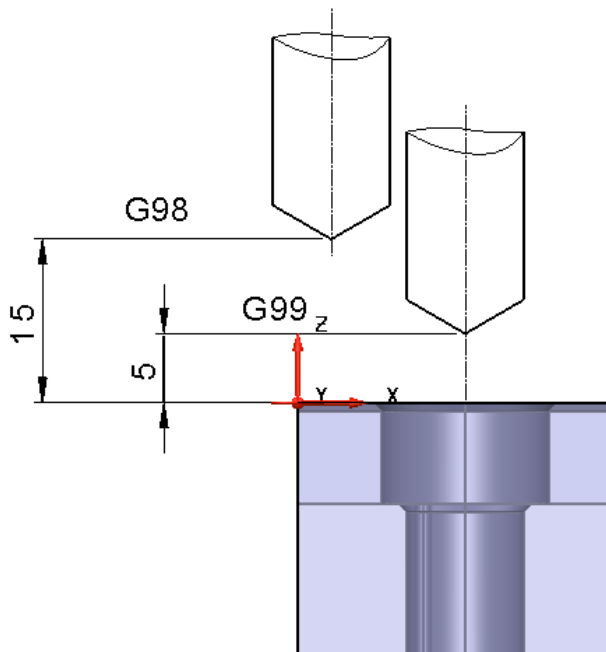
N55 M05 (*выключить обороты шпинделя*)

N60 M30 (*конец программы*)

*Плоскости подъема*

Допускается управлять положением инструмента по оси Z при движении от одного отверстия к другому. Для этого используются коды G98 и G99. При

задании кода G98 инструмент отводится на безопасную плоскость – плоскость, на которой инструмент находился перед вызовом постоянного цикла сверления. Код G99 – производит отвод инструмента на плоскость отвода, которая определяется параметром R цикла.



### *Сверление с ломкой стружки (G82)*

Отличается от простого сверления дополнительным параметром R, который устанавливает время выдержки сверла на дне отверстия. Это способствует удалению стружки из отверстия. Задается кодом G82.

*Пример:*

G82 Z-30 R5 P1000 F100, где P – время выстоя в 1/1000 сек (в данном примере выстой составит 1 сек).

### *Глубокое сверление (G83)*

Данный цикл сверления предназначен для сверления глубоких отверстий (длина отверстия больше 5 его диаметров). В разной литературе также можно встретить название данного цикла как прерывистое сверление. Это связано с характером движения сверла при обработке отверстия. Во время выполнения цикла инструмент углубляется на расстояние Q, заданное в параметрах, после чего возвращается на плоскость отвода. И так повторяется до тех пор, пока не

будет обработано все отверстие. Такая технология позволяет удалять большую часть стружки из отверстия и предотвращает поломку сверла.

Для программирования глубокого сверления используется код G83, со следующим набором параметров.

*Пример:*

G83 Q5 Z-30 R5 F100, где Q – глубина сверления за один подход (5 мм)

**Задание:** разработать управляющую программу обработки внутренних поверхностей детали на станке с ЧПУ

### **Ход работы**

1. Ознакомиться с чертежом обрабатываемой детали (рисунок 3Б приложения);
2. Установить состав переходов при обработке детали;
3. Определить способ установки детали на станке, установить нуль детали, положение исходной точки. Построить траектории перемещений каждого инструмента;
4. Определить координаты опорных точек;
5. Разработать управляющую программу по обработке детали;
6. Сделать вывод по выполненной работе.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 4**

**Название практической работы:** Оформление расчетно-технологической карты обработки внутренних поверхностей на станках с ЧПУ.

**Цель работы:** Формирование умений оформлять расчетно-технологическую карту обработки внутренних поверхностей на станках с ЧПУ.

**умения:**

- анализировать и выбирать схемы базирования;
- выбирать способы обработки поверхностей и назначать технологические базы;
- составлять технологический маршрут изготовления детали;

- проектировать технологические операции;
- разрабатывать технологический процесс изготовления детали;
- выбирать технологическое оборудование и технологическую оснастку:

приспособления, режущий, мерительный и вспомогательный инструмент;

- рассчитывать режимы резания по нормативам;
- оформлять технологическую документацию.

#### **знания (актуализация):**

- служебное назначение и конструктивно-технологические признаки детали;
- методику проектирования технологического процесса изготовления детали;
- типовые технологические процессы изготовления деталей машин;
- виды деталей и их поверхности;
- классификацию баз;
- виды заготовок и схемы их базирования;
- правила выбора технологических баз;
- виды режущих инструментов;
- элементы технологической операции;
- технологические возможности металлорежущих станков;
- назначение станочных приспособлений.

#### **Теоретический материал:**

Смотрите практическую работу №2

**Задание:** оформить расчетно - технологическую карту обработки внутренних поверхностей детали на станке с ЧПУ

#### **Ход работы**

1. Задать параметры заготовки, выбрать необходимый инструмент для обработки детали (рисунок 4Б приложения);
2. Разработать маршрут обработки детали (рисунок 3Б приложения);
3. Разработать элемент управляющей программы обработки детали;
4. Сформулировать переходы при токарной обработке детали;

5. Сделать вывод по выполненной работе.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 5**

**Название практической работы:** Программирование обработки поверхностей на фрезерных станках с ЧПУ.

**Цель работы:** Формирование умений составлять элементы управляющей программы обработки плоских поверхностей на фрезерных станках.

**умения:**

- читать чертежи;
- рассчитывать и проверять величину припусков и размеров заготовок;
- анализировать и выбирать схемы базирования;
- выбирать способы обработки поверхностей и назначать технологические базы;
- выбирать технологическое оборудование и технологическую оснастку: приспособления, режущий, мерительный и вспомогательный инструмент;
- рассчитывать режимы резания по нормативам;
- составлять управляющие программы для обработки типовых деталей на металлообрабатывающем оборудовании;
- использовать пакеты прикладных программ для разработки конструкторской документации и проектирования технологических процессов.

**знания (актуализация)**

- методику проектирования технологического процесса изготовления детали;
- типовые технологические процессы изготовления деталей машин;
- виды деталей и их поверхности;
- классификацию баз;
- виды заготовок и схемы их базирования;
- условия выбора заготовок и способы их получения;
- способы и погрешности базирования заготовок;
- правила выбора технологических баз;



- виды обработки резания;
- виды режущих инструментов;
- назначение станочных приспособлений;
- методику расчета режимов резания;
- требования ЕСКД и ЕСТД к оформлению технической документации;
- методику разработки и внедрения управляющих программ для обработки простых деталей на автоматизированном оборудовании.

### **Теоретический материал:**

Программирование 2,5 - координатной обработки (одновременное движение по двум координатам с дискретными переходами по третьей) для несложных изделий может быть выполнено вручную. Программа для 3-х, 4-х и 5-ти координатной обработки может быть разработана только с помощью специального программного обеспечения, так как ручное программирование либо чрезвычайно трудоемко, либо вообще невозможно.

При разработке программы для фрезерной обработки необходимо учитывать следующие рекомендации:

1. Задавать начало координат на углу детали или на ее оси симметрии по осям X-Y и наверху детали по оси Z. Привязка к нулю детали осуществляется от базирующих деталь поверхностей на зажимном приспособлении.

2. Инструмент на фрезерном станке меняется в определенной производителем оборудования точке. Эта точка не может быть перемещена в другое место. Поэтому надо обращать внимание, чтобы при смене инструмента, он не задевал за заготовку. В противном случае, стол принудительно должен быть отведен в сторону от магазина.

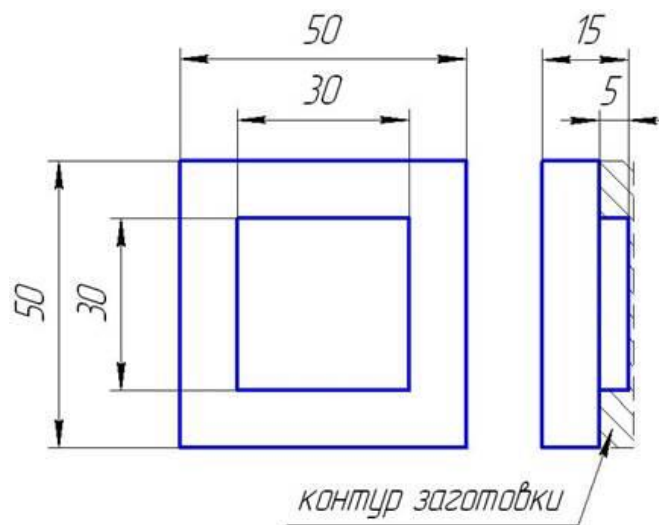
3. Удобно использовать встроенные циклы системы ЧПУ для обработки отверстий осевым и расточным инструментом. Это позволяет сократить объем программы и дает возможность легко изменять ее вручную на станке.

4. При обработке криволинейных поверхностей штампов и прессформ важным параметром станка в целом является его способность плавно отрабатывать высокие скорости подачи. Это способствует снижению

шероховатости и повышению точности поверхности при более высокой производительности. В системах ЧПУ предусмотрены различные режимы высокоскоростной обработки, в которых применяются алгоритмы упреждающего чтения кадров программы с последующей их обработкой до исполнения и оптимизацией.

Фрезерные станки с ЧПУ позволяют обрабатывать исключительно сложные по форме матрицы и пуансоны штампов, формообразующие детали прессформ. В то же время фрезерные станки с ЧПУ позволяют производить быстрое изготовление прототипов и моделей сложнопрофильных изделий. В этом случае модель изготавливают из дерева или специального пластика, позволяющего производить обработку на высоких скоростях резания и подачи, что при автоматизированной разработке управляющей программы по 3D модели изделия позволяет получать физическую модель для его последующего анализа, испытаний, оценки эстетических свойств.

#### **Пример программы обработки детали на фрезерном станке с ЧПУ**

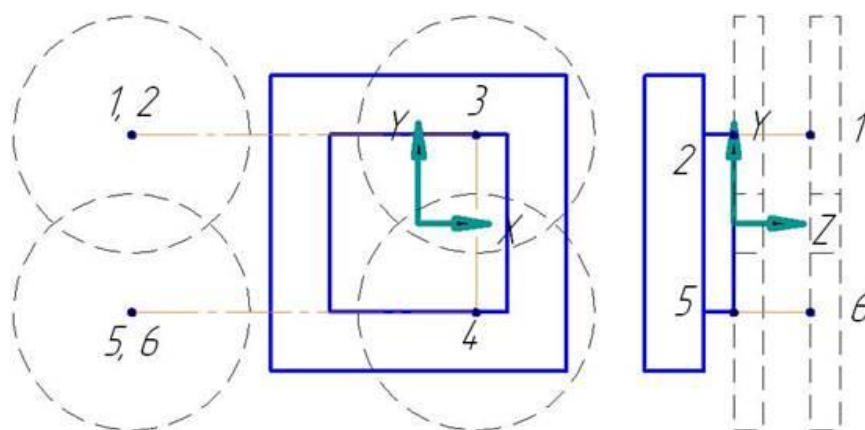


O0002 - Название программы

T1 M6 - Смена инструмента.

S1800 M3 - Задание частоты вращения шпинделя.

M8 - Включение подачи смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ).



G0 G90 G54 X-50. Y15. - Включение системы координат детали и выход в точку 1 на холостом ходу.

G43 H1 Z20. - Включение коррекции на длину.

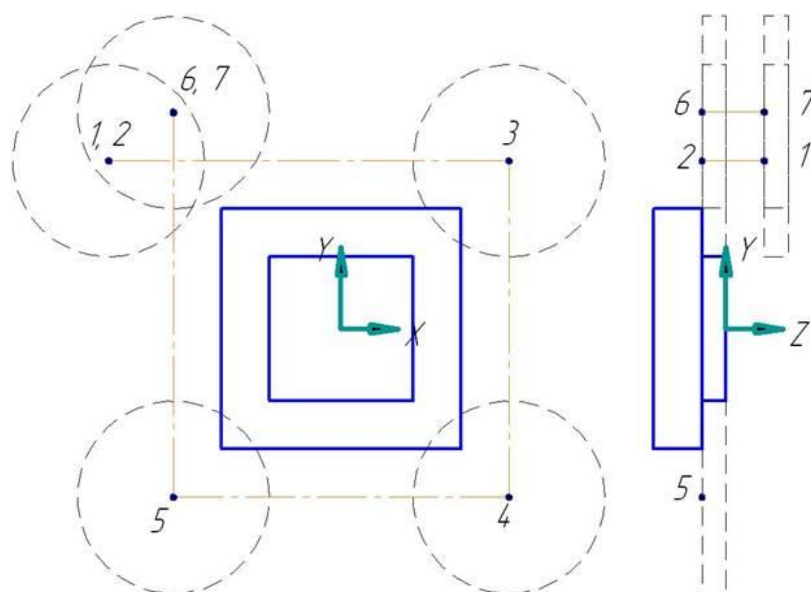
G1 Z0 F540 - Опускание в точку 2 на подаче 540мм/мин

X10. - Перемещение в точку 3.

Y-15. - Перемещение в точку 4.

X-50. - Перемещение в точку 5.

G0 Z20. - Отход в точку 6 на холостом ходу.



G0 X-40. Y35. Z20. - Подход на холостом ходу в точку 1.

G1 Z-5. F540 - Опускание на подаче 540мм/мин в точку 2.

X35. - Перемещение в точку 3.

Y-35. - Перемещение в точку 4.

X-35. - Перемещение в точку 5.

Y40. - Перемещение в точку 6.

G0 Z20. - Подъем на холостом ходу в точку 7.

M5 - Остановка шпинделя.

M9 - Отключение СОЖ.

M30 - Конец программы.

**Задание:** разработать управляющую программу обработки детали на фрезерном станке с ЧПУ

### **Ход работы**

1. Задать параметры заготовки, выбрать необходимый инструмент для обработки детали (рисунок 5Б приложения);
2. Разработать маршрут обработки детали;
3. Разработать элемент УП обработки детали;
4. Сформулировать переходы при токарной обработке;
5. Сделать вывод по выполненной работе.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 6**

**Название практической работы:** Оформление расчетно-технологической карты обработки на фрезерных станках с ЧПУ.

**Цель работы:** Формирование умений оформлять технологическую документацию.

### **умения:**

- читать чертежи;
- анализировать конструктивно-технологические свойства детали, исходя из ее служебного назначения;
- выбирать способы обработки поверхностей и назначать технологические базы;
- составлять технологический маршрут изготовления детали;
- проектировать технологические операции;
- разрабатывать технологический процесс изготовления детали;
- выбирать технологическое оборудование и технологическую оснастку: приспособления, режущий, мерительный и вспомогательный инструмент;

- рассчитывать режимы резания по нормативам;
- оформлять технологическую документацию.

#### **знания (актуализация)**

- служебное назначение и конструктивно-технологические признаки детали;
- методику проектирования технологического процесса изготовления детали;
- типовые технологические процессы изготовления деталей машин;
- виды деталей и их поверхности;
- классификацию баз;
- виды заготовок и схемы их базирования;
- правила выбора технологических баз;
- виды режущих инструментов;
- элементы технологической операции;
- технологические возможности металлорежущих станков;
- назначение станочных приспособлений.

#### **Теоретический материал:**

Смотрите практическую работу №2

**Задание:** оформить расчетно - технологическую карту обработки детали на токарном станке с ЧПУ.

#### **Ход работы**

1. Задать параметры заготовки, выбрать необходимый инструмент для обработки детали (рисунок 6Б приложения)
2. Разработать маршрут обработки детали;
3. Разработать элемент УП обработки детали;
4. Сформулировать переходы при токарной обработке;
5. Оформить расчетно технологическую карту;
6. Сделать вывод по выполненной работе.

### Критерии оценки практической работы

Критерии оценивания	Оценка
Выполнение работы в полном соответствии с методическими рекомендациями без помощи преподавателя	5 (отлично)
Выполнение работы в полном соответствии с методическими рекомендациями с несущественными ошибками, исправленными самостоятельно	4 (хорошо)
Выполнение работы в основном в соответствии с методическими рекомендациями с несущественными ошибками, исправленными с помощью преподавателя	3 (удовлетворительно)

## **Список литературы**

### **Основные печатные издания**

1. Ермолаев, В.В. Программирование для автоматизированного оборудования [текст]: учебник для среднего проф. образования / В.В. Ермолаев. – 5-е изд., стер. – М.: Академия, 2018. – 256с. –(Профессиональное образование)

### **Основные электронные издания**

1. Иванов, А. А. Автоматизация технологических процессов и производств : учебное пособие / А.А. Иванов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2020. — 224 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-00091-535-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1117207> (дата обращения: 30.12.2021).

### **Дополнительные источники**

1. Гуртяков, А.М. Металлорежущие станки. Расчет и проектирование [текст]: учеб.пособие для среднего проф. образования / А.М. Гуртяков. – 2-е изд. – М.: Юрайт, 2018. – 135с.

Министерство образования и науки Челябинской области  
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
**«Южно-Уральский государственный технический колледж»**

## **ОТЧЕТ**

по выполнению практических работ

по ПМ.02 «Разработка и внедрение управляющих программ изготовления  
деталей машин в машиностроительном производстве»

**МДК 02.01 «Разработка и внедрение управляющих программ  
изготовления деталей машин в машиностроительном производстве»**

выполнил:

группа: **ТМ-**

проверил:

г. Челябинск 2022 г.



Чертежи к практическим работам  
Практическая работа №1

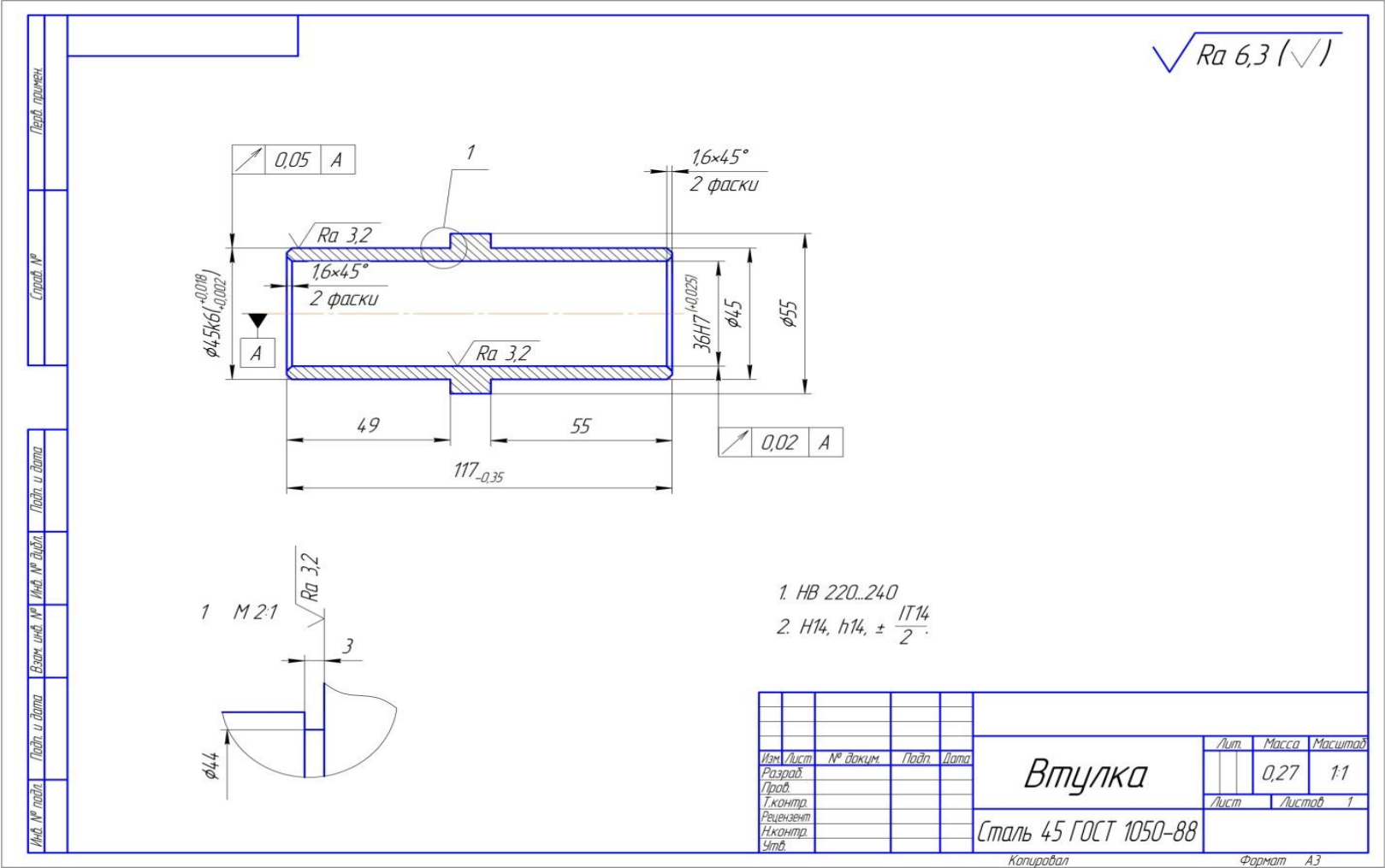
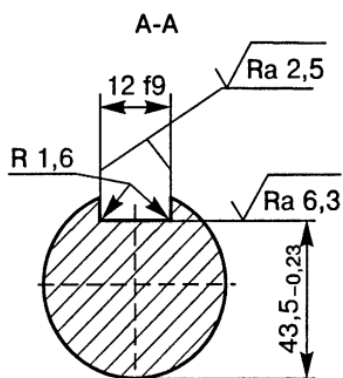
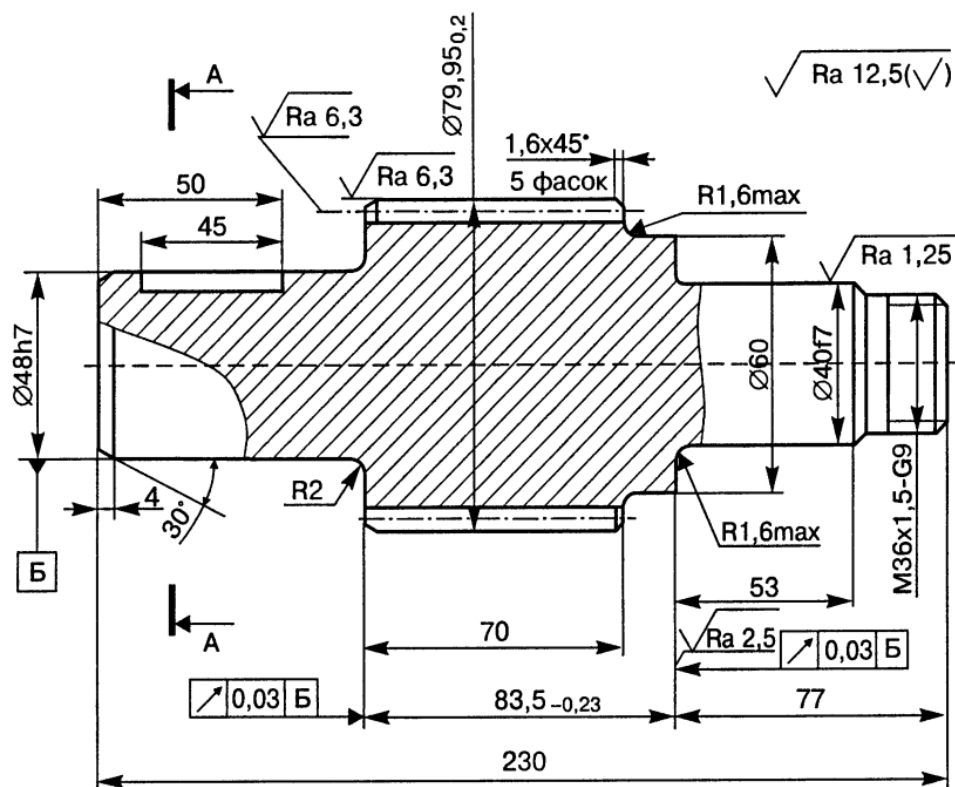


Рисунок 1Б - Втулка

## Практическая работа 2



Модуль	$m$	3
Число зубьев	$z$	20
Степень точности	—	8—9
Высота зуба	$h$	2,53
Диаметр основной окружности	$d$	68,931

1. Цементировать  $h$  1,0...1,4 мм, кроме резьбы;  $HRC_s$  60...64, сердцевина —  $HRC_s$  32...46
2. Острые кромки зубьев затупить фасками  $1 \times 45^\circ$  с обоих торцов
3. Неуказанные предельные отклонения размеров  $h14$ ,  $H14$ ,  $\pm \frac{IT14}{2}$
- |   |     |
|---|-----|
| Вал-шестерня<br>Сталь 25ХГНМТ<br>Масса 6,3 кг | ТМ1 |
|---|-----|

Рисунок 2 - Вал

## Практическая работа 3

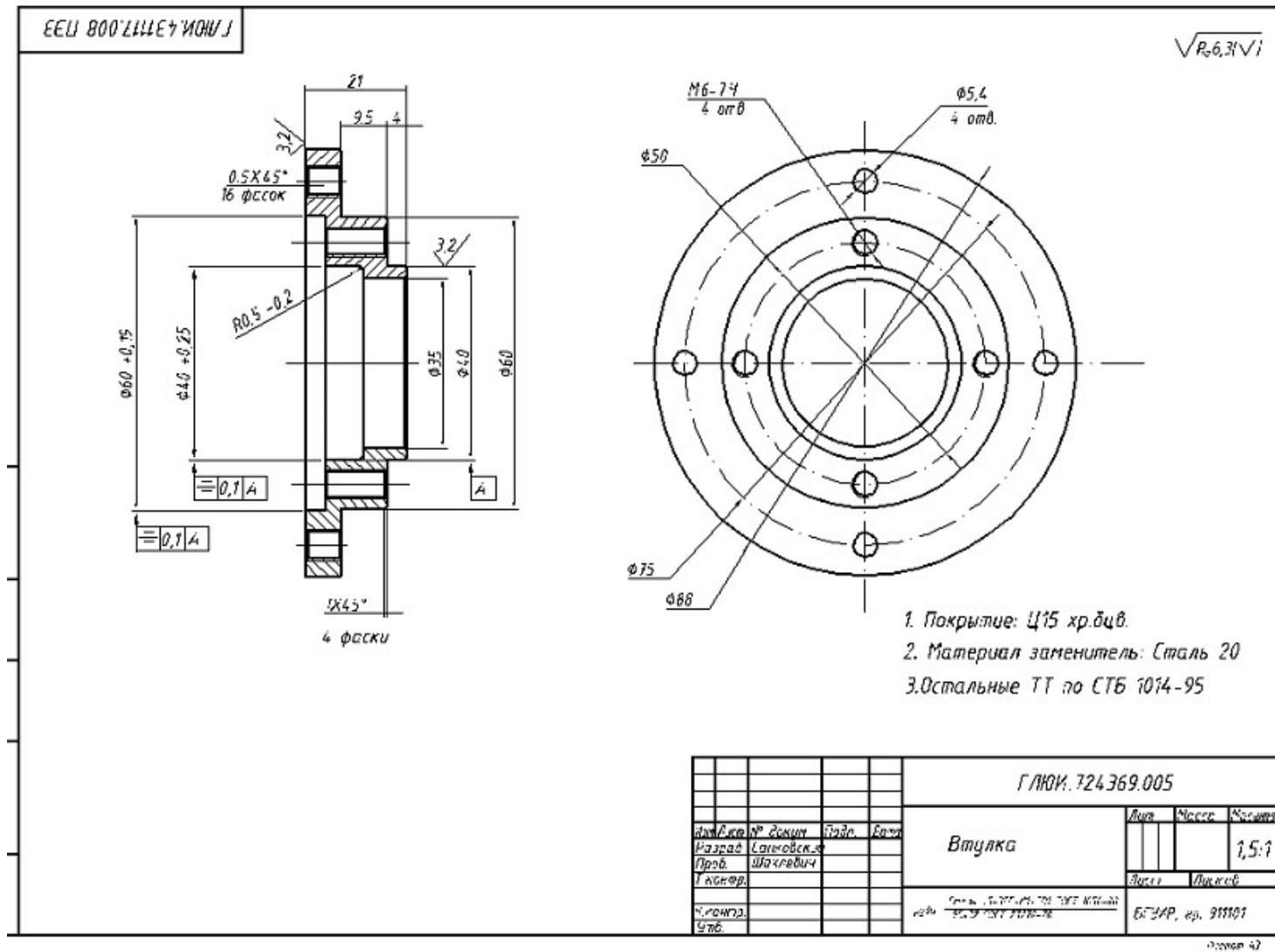


Рисунок 3 - Втулка

## Практическая работа 4

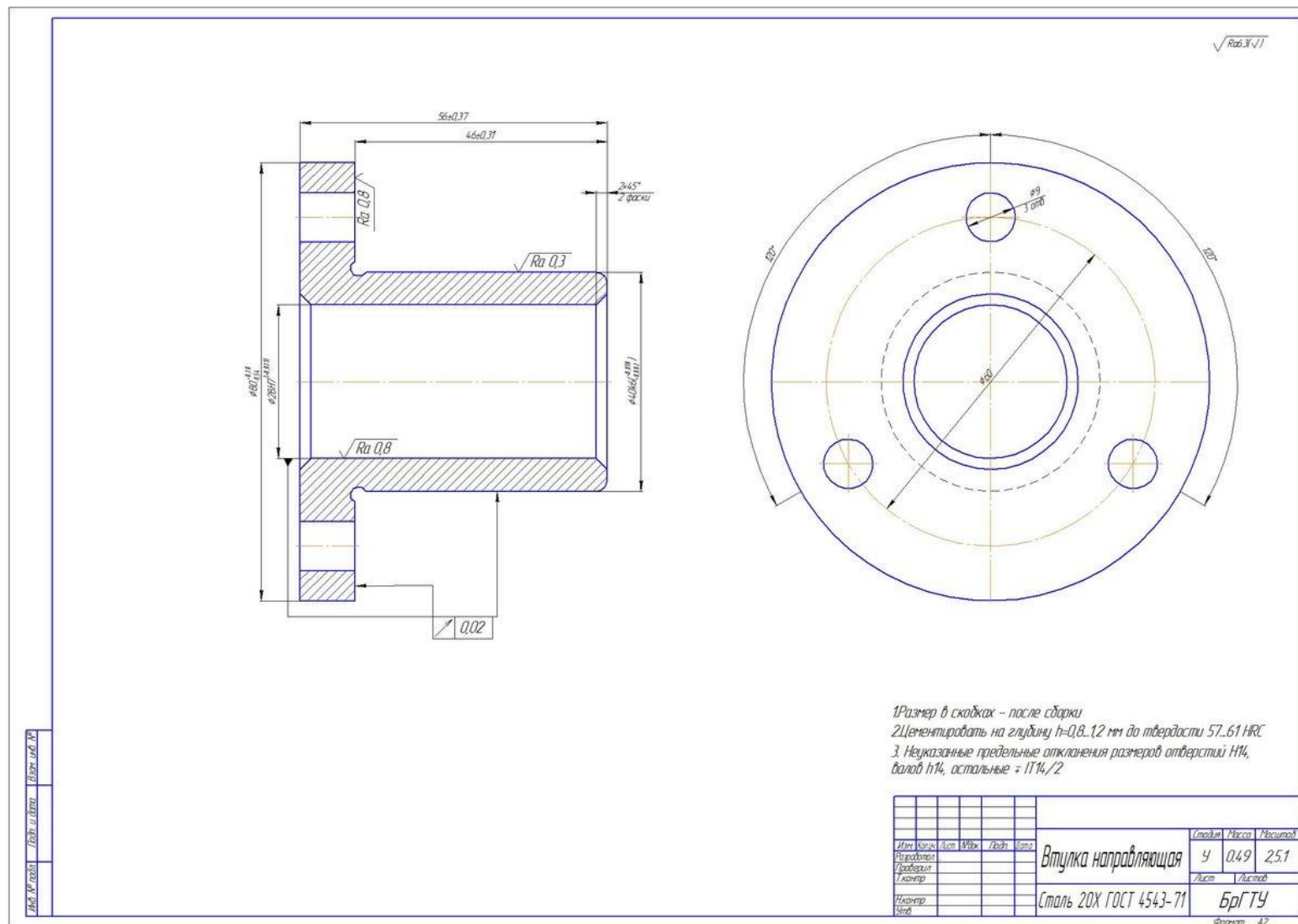
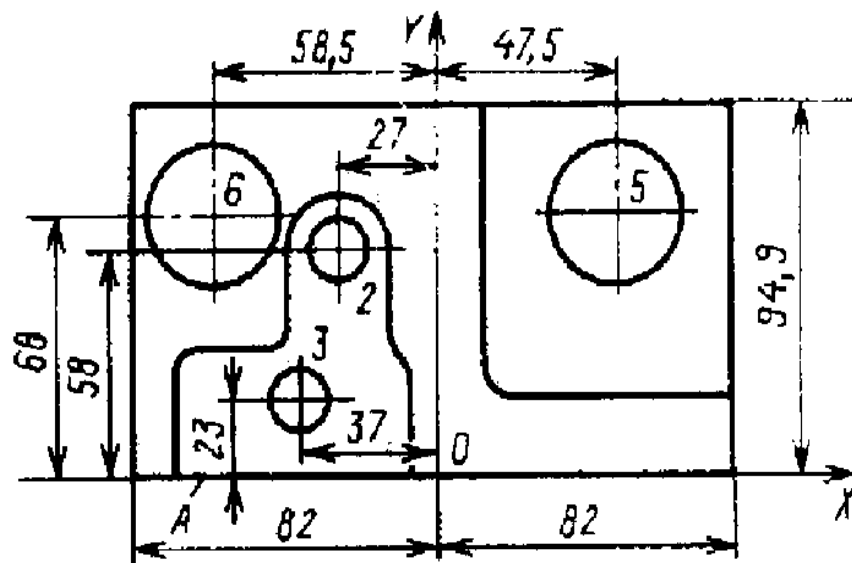
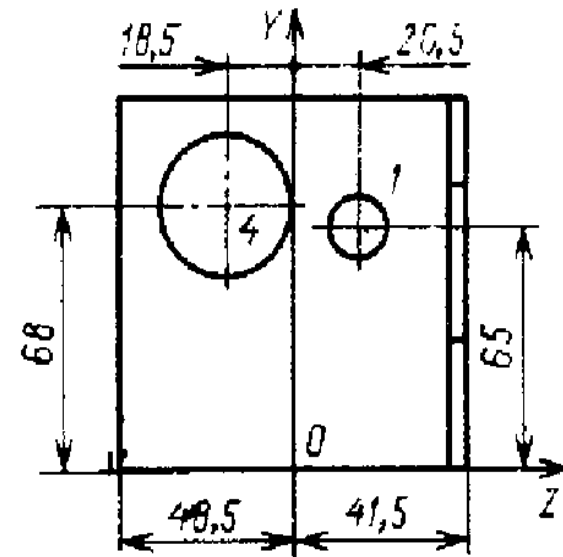


Рисунок 4 - Втулка направляющая

# Практическая работа 5



а)



б)

Рисунок 5 - Деталь

Практическая работа 6

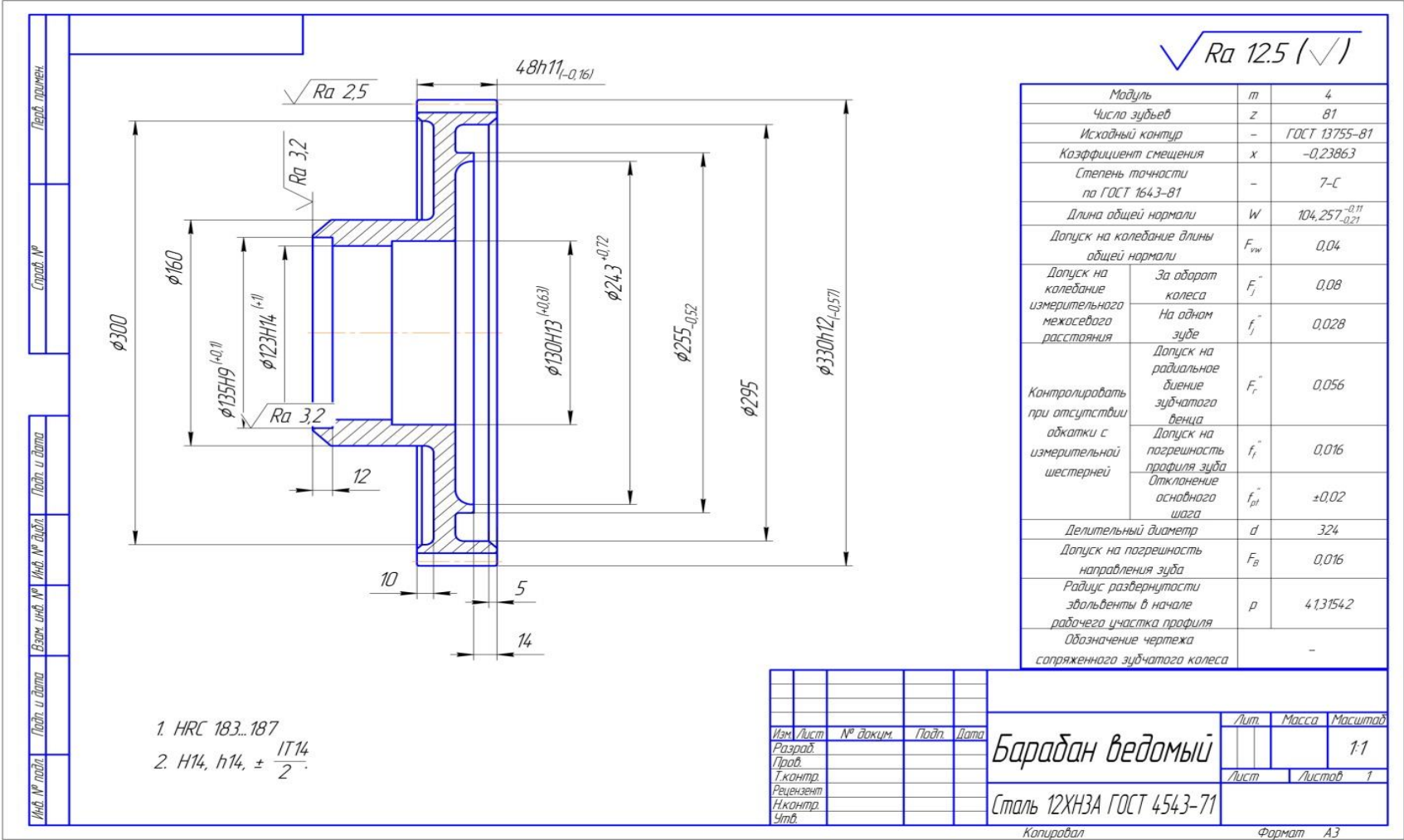


Рисунок 6 - Барабан ведомый