Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра проектирования технологических машин

Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Программирование станков с числовым программным управлением», 7 семестр

1. Методика оценки

Выполнение контрольной работы является формой текущей аттестации (контроля) по дисциплине, предусмотренной учебным планом.

Контрольная работа направлена на закрепление и проверку уровня владения учебным материалом по теоретическим темам и темам практических занятий, а также на формирование практических навыков в составлении управляющей программы для обработки детали на станках с ЧПУ. Опыт, полученный при работе над проектом, даст студенту возможность реально оценить свою способность к самостоятельному решению инженерных задач.

Номер индивидуального задания определяется по порядковому номеру фамилии студента в списке группы. Изменение варианта задания возможно только по согласованию с преподавателем.

Количество заданий достаточно для обеспечения, каждого обучающегося заданием контрольной работы.

Структура контрольной работы:

1. Титульный лист (см. приложение)
2. Введение (актуальность, цель, задачи).
3. Основная часть (задание контрольной работы).
4. Заключение (выводы и рекомендации).
5. Список литературы и источников.

Во введении формулируются кратко обосновывается актуальность, цель и задачи, дается краткая характеристика степени изученности вопроса.

Основная часть – это ответ на задание контрольной работы. Он должен быть самостоятельным, развернутым и аргументированным. При необходимости основная часть может быть разбита на более мелкие вопросы. Она должна содержать обязательные ссылки на изученную литературу, нормативные акты и интернет-источники, оформленные постранично в соответствии с библиографическими требованиями.

При выполнении контрольной работы студенты должны освоить методику подготовки управляющей программы для обработки заданных поверхностей детали на станках с ЧПУ:

1) Разработать расчетно-технологическую карту обработки (выбрать станок, инструмент, технологическую оснастку, режимы обработки и т.д.)

2) Составить таблицу координат опорных точек (координаты начала обработки, изменения направления движения и т.п.)

3) Записать управляющую программу.

Заключение: изложение общего вывода по изученной проблеме и предлагаемых рекомендаций.

Список литературы оформляется в соответствии с библиографическими требованиями в алфавитном порядке и включает от 3 до 5 источников (книг, статей разных авторов, интернет-источников, документов), которые были изучены при выполнении контрольной работы.

Рекомендуется излагать мысли по существу, кратко и логично.

Требования к оформлению:

Объем контрольной работы до 10 страниц машинописного текста формата А4. Шрифт Times New Roman, 14. Нумерация страниц сквозная, в нижней части листа по центру арабскими цифрами. Межстрочный интервал полуторный. Текст должен иллюстрироваться схемами, графиками, рисунками, таблицами. Рисунки должны быть сделаны в векторном графическом редакторе (Компас, AutoCAD, CorelDraw, и т.п.) и могут быть расположены на отдельной странице. Подрисуночная подпись должна располагаться под рисунком. Нумерация рисунков сквозная.Контрольная работа должна быть отредактирована, не содержать орфографических, синтаксических и стилевых ошибок.

Контрольная работа предоставляется для проверки в электронном виде в срок, установленный преподавателем. При положительном результате оценивания контрольной работы студент её распечатывает, передает на кафедру и защищает до сессии в назначенное преподавателем время. По результатам защиты студенту выставляется оценка в соответствии с критериями, приведенными в п. 2 настоящего Паспорта.

1. **Критерии оценки результатов обучения, соотнесенных с уровнями освоения индикаторов достижения компетенций**

Общие правила выставления оценок текущей аттестации определяются балльно-рейтинговой системой, установленной локальным актом НГТУ.

Контрольная работа выполнена **на продвинутом** уровне, если структура, содержание и оформление работы соответствует требованиям. Все части контрольной работы согласованы, текст логично выстроен и является авторским. Присутствуют ссылки на нормативные документы и актуальную литературу. Работа представлена для проверки в установленные сроки. Анализ каждого из разделов контрольной работы свидетельствует о том, что совокупность результатов ее выполнения и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций не содержит пробелов. Закрепленные за контрольной работой компетенции сформированы на продвинутом уровне. Оценка составляет *от 43 до 50 баллов*.

Контрольная работа выполнена **на базовом** уровне, если структура, содержание и оформление работы соответствует требованиям, но работа содержит единичные не принципиальные ошибки, исправленные после замечаний преподавателя. Все части контрольной работы согласованы, текст логично выстроен и является авторским. Присутствуют ссылки на нормативные документы и актуальную литературу. Работа представлена для проверки в установленные сроки. Анализ каждого из разделов контрольной работы свидетельствует о том, что совокупность результатов ее выполнения и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит несущественные пробелы. Закрепленные за контрольной работой компетенции сформированы на базовом уровне. Оценка составляет *от 34 до 42 баллов*.

Контрольная работа выполнена **на пороговом** уровне, если структура, содержание и оформление работы соответствует требованиям, но работа содержит ошибки, неоднократно исправляемые после замечаний преподавателя. Части контрольной работы в целом согласованы. Присутствуют ссылки на нормативные документы и актуальную литературу. Работа представлена для проверки в установленные сроки. Анализ каждого из разделов контрольной работы свидетельствует о том, что совокупность результатов ее выполнения и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит пробелы. Закрепленные за контрольной работой компетенции сформированы на пороговом уровне. Оценка составляет *от 25 до 33 баллов*.

Контрольная работа считается **не выполненной,** если структура, содержание и оформление работы не соответствует требованиям, работа содержит существенные ошибки, не исправленные после замечаний преподавателя. Части контрольной работы

не согласованы. Отсутствуют ссылки на нормативные документы и актуальную литературу. Работа не представлена для проверки в установленные сроки. Анализ каждого из разделов контрольной работы свидетельствует о том, что совокупность результатов ее выполнения и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций не содержит множество существенных пробелов. Закрепленные за контрольной работой компетенции не сформированы. Оценка составляет *до 24 баллов*.

2. Шкала оценки

Контрольная работа как форма текущей аттестации (контроля) по дисциплине считается успешно выполненной, если сумма полученных баллов по всем ее заданиям составляет от 25 до 50 баллов включительно.

В общей оценке по дисциплине баллы за выполнение контрольной работы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы и таблицей соответствия баллов, традиционной оценки и буквенной оценки ECTS, установленными в НГТУ.

3. Пример варианта контрольной работы

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ

ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА «ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН»

Контрольная работа

по дисциплине: «Программирование станков с числовым программным управлением»

Выполнил:

Студент группы [redacted]

[redacted]

«___»_____2[redacted]

Проверил:

_____

Новосибирск 20[redacted]

Содержание контрольной работы

Введение 3

Исходные данные 4

Выбор вспомогательного и режущего инструмента (режущей пластины) 6

Выбор оборудования 8

Выбор (расчет) режимов резания 10

Построение расчётно-технологической карты 11

Код УП для обработки 16

Проверка в симуляторе 20

Список литературы 24

Введение

Для мелкосерийного и серийного машиностроения основным оборудованием являются станки и станочные комплексы с числовым программным управлением (ЧПУ).

Появление нового оборудования с ЧПУ, сочетающего высокую производительность, широкие технологические возможности и гибкость, стало переломным моментом в автоматизации серийного и мелкосерийного машиностроения, степень автоматизации которого традиционно отставала. Создание оборудования с ЧПУ можно считать одним из наиболее существенных достижений научно-технической революции в станкостроении. Для управления станком с ЧПУ используется язык программирования условно именуемый G-код. В советской технической литературе G-код обозначается как код ИСО 7-бит (ISO 7-bit).

Целью данной работы является проектирование управляющие программы в G-коде на персональных компьютерах с помощью специализированной программы Cimco8.

Исходные данные

Вариант обрабатываемой детали представлен на рисунке 1.

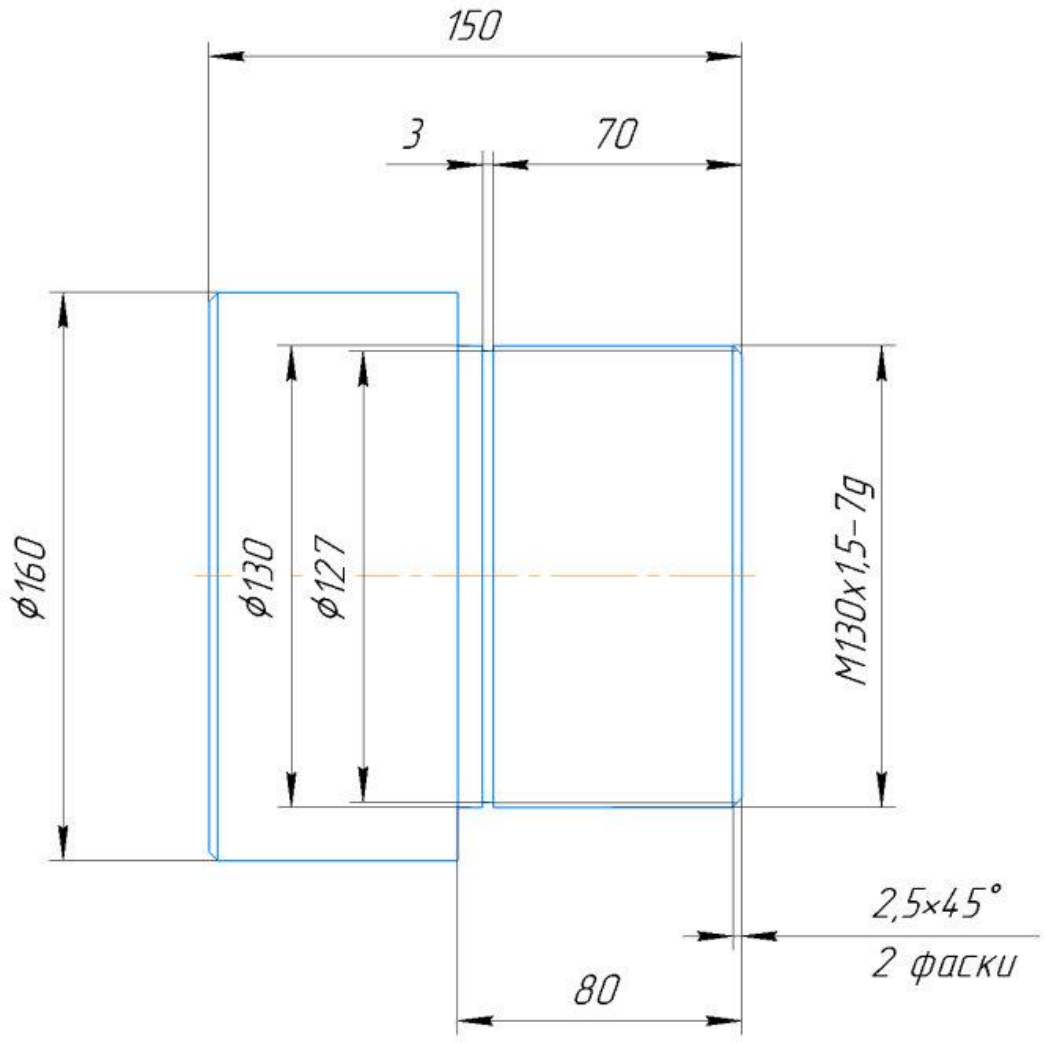


Рисунок 1. Вариант обрабатываемой детали

Последовательность обработки:

05 Токарная

Установ А

1. Подрезезать торец выдерживая размер 150мм.
2. Точить поверхность диаметром 130мм на длине 80мм.
3. Точить уступ.
4. Точить фаску 2,5х45.
5. Точить канавку шириной 3мм.
6. Нарезать резьбу М130х1,5-7g
7. Сверлить отверстие D20 на глубину 30 мм.

Диаметр заготовки принимаем равным 160мм, длина 155мм. Заготовка зажимается в 3-х кулачковый гидравлический патрон. Эскиз установки детали представлен на рисунке 2.

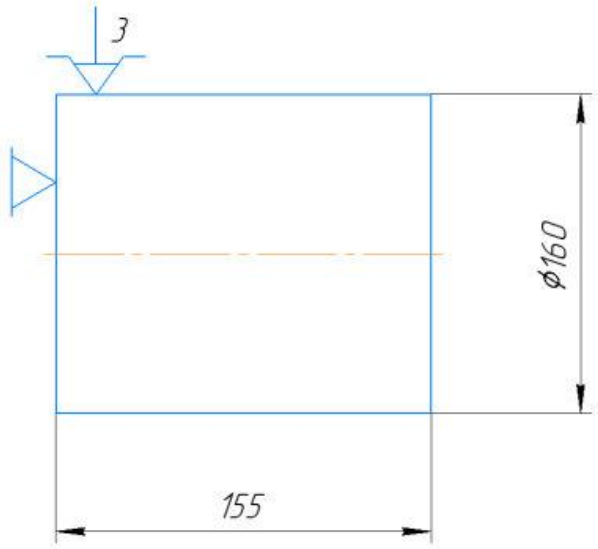


Рисунок 2. Эскиз установки детали

Выбор вспомогательного и режущего инструмента (режущей пластины)

Для обработки данной детали принимаем инструмент фирмы «GESAC» (Китай) [4]. Инструмент данной фирмы предназначен для обработки материалов групп применяемости Р М и К на умеренных режимах. Обладает оптимальным соотношением цена-стойкость при условии обработки на единичных и серийных типах производства.

По паспорту станка сечение резцов для обработки деталей – 20 х 20 мм. По компоновке станка обработка ведется левыми резцами.

Для чернового – чистового точения наружных цилиндрических поверхностей принимаем резец проходной PCLNL 2020 K12, оснащенный четырёхгранной пластиной CNMG-120408-QM GP91TM.

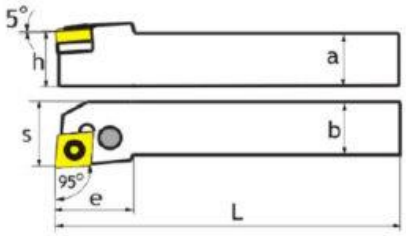
Для точения канавок используем резец MGEHL2020-3, пластина MGMN300-G PM315.

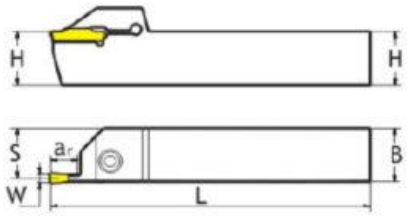
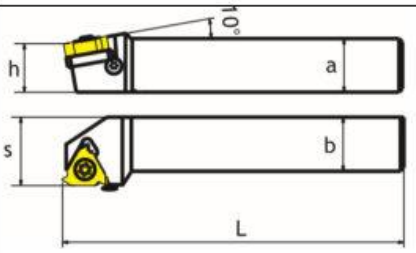
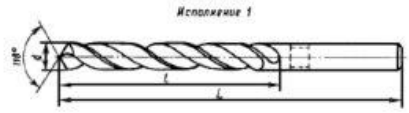
Для нарезания резьбы принимаем резец SEL 2020 K16, пластина 16ELAG60 DM215.

Для сверления отверстия используем сверло 2300-6467-A1 ГОСТ 10902-77

Выбранный режущий инструмент заносим в таблицу 2.

Таблица 2

Переход	Технические характеристики	Эскиз *изображен правый резец
1,2,3,4	PCLNL 2020 K12 Исполнение: левое Размер устанавливаемой пластины:12 L=125 e=28 S=25 h=20 axb=20x20	

5	MGEHL2020-3 Исполнение: левое B=20 H=20 S=18.8 L=125 a_r=18 W=3	
6	SEL2020K16 Исполнение: левое axb=20x20 L=125 S=25 h=20	
7	2300-6467-A1 ГОСТ 0902-77	

Выбор оборудования

Для обработки детали применим станок DL20MH. Высокоскоростной многофункциональный токарный обрабатывающий центр с приводным инструментом для прецизионной комплексной токарной и фрезерной обработки деталей среднего размера в условиях серийного производства. Станок обладает компактной конструкцией с максимальной степенью автоматизации, высокой жесткостью и вибростойкостью. Высокоскоростной приводной сменщик инструмента револьверного типа на 12 инструментов, сервопривод инструмента Fanuc Alfa il3/10000i с гидрозажимом.



Рисунок 3. Станок DL20MH

Технические характеристики представлены в таблице 3.

Таблица 3- технические характеристики станка DL20MH

	Мощность двигателя шпинделя	11/15 кВт
Станочные данные	Максимальный диаметр обработки	440 мм
	Максимальный диаметр обработки над станиной	380 мм
	Максимальный диаметр обработки над сменщиком инструмента	260 мм
	Межцентровое расстояние	500 / 900 мм
	Угол наклона станины	45°
Шпиндель	Число оборотов шпинделя	45 - 4000 об/мин
	Проходное отверстие шпинделя	76 мм
	Максимальный диаметр обрабатываемого прутка	65 мм
	Токарный патрон	Ø200 мм
	Фланец шпинделя	A2-6
	Диаметр шпинделя в передней опоре	110 мм
	Крутящий момент шпинделя	210 / 286 Нм
Перемещения и подачи	Перемещение по оси X	265 мм
	Перемещение по оси Z	540 / 940 мм
	Скорость рабочей подачи по оси X	12 000 мм/мин
	Скорость рабочей подачи по оси Z	12 000 мм/мин
	Скорость быстрого хода по оси X	24 000 мм/мин
	Скорость быстрого хода по оси Z	24 000 мм/мин
	Диаметр / шаг ШВП по оси X	32 / 8 мм
	Диаметр / шаг ШВП по оси Z	40 / 10 мм
Точность	Повторяемость	±0,004 мм
	Позиционирование	±0,002 мм
Сменщик инструмента	Тип сменщика инструмента	сервопривод с гидрозажимом
	Количество инструмента	12
	Размер отверстия в головке для крепления инструментальных держателей	VDI30/ DIN 69880
	Максимальный размер державки резца	20 x 20 мм
	Время смены инструмента (соседний / противоположный)	0,58 / 0,97 с
	Мощность двигателя приводного инструмента	3,7 / 5,5 кВт
	Число оборотов приводного инструмента	30 - 4500 об/мин
	Макс. производительность сверления	Ø20 мм x 0,2 мм/об
	Макс. производительность фрезерования	Ø25 мм x 14 мм x 40 мм/мин
	Макс. производительность резьбонарезания	M16 x 2
	Точность позиционирования сменщика инструмента	0,008 мм
Задняя бабка	Конус пиноли задней бабки	MK5
	Диаметр пиноли задней бабки	85 мм
	Ход пиноли задней бабки	140 мм
	Ход задней бабки	до токарного патрона
Габаритные размеры	Емкость бака СОЖ	200 литров
	Емкость гидростанции	50 литров
	Длина	3900 / 4430 мм
	Ширина x Высота	1910 x 1880 мм
	Масса станка	4000 / 5000 кг

Выбор (расчет) режимов резания

По каталогу Gesac назначим режимы резания для всех переходов исходя из рекомендуемых производителем. Полученные результаты представим в таблице 4.

Таблица 4- режимы резания для всех переходов

Номер перехода	Маркировка пластины	Сплав	Глубина резания t, мм	Скорость резания, v, м/мин	Подача на оборот, S, об/мин
1-4	CNMG-120408-QM	GP91TM	2	210	0,25
5	MGMN300-G	PM315	3	80	0,07
6	16ELAG60	DM215	0,20-0,08*	110 (270об/мин)	-
7	2300-6467-A1 ГОСТ 0902-77	P6M5	10	20 (320об/мин)	0,15

*Подразумевается нарезание резьбы с переменной радиальной подачей.

Частота вращения шпинделя при нарезании резьбы n, об/мин, определяется по формуле:

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d}, \quad (1.1)$$

где v – скорость резания, м/мин;

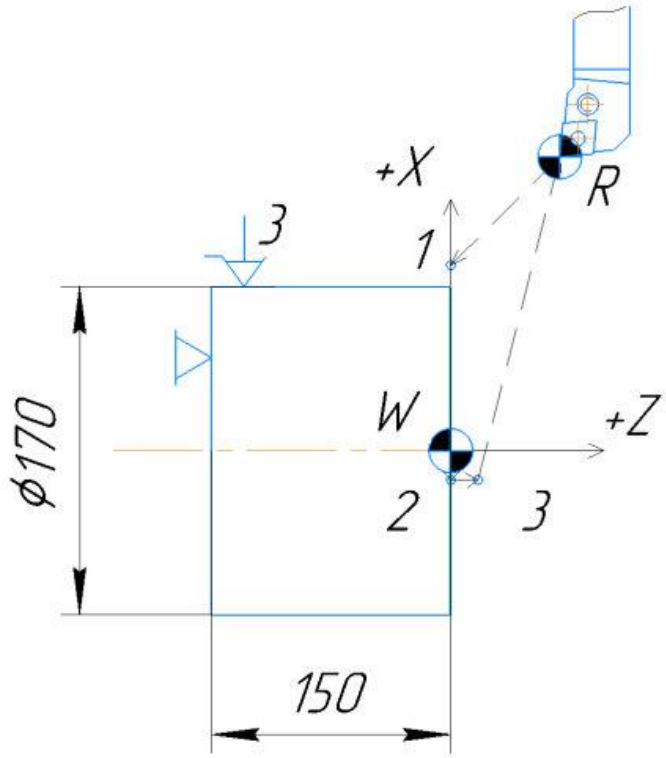
d – номинальный диаметр резьбы, мм.

$$n = \frac{110 \cdot 1000}{3{,}14 \cdot 130} = 270.$$

Построение расчётно-технологической карты

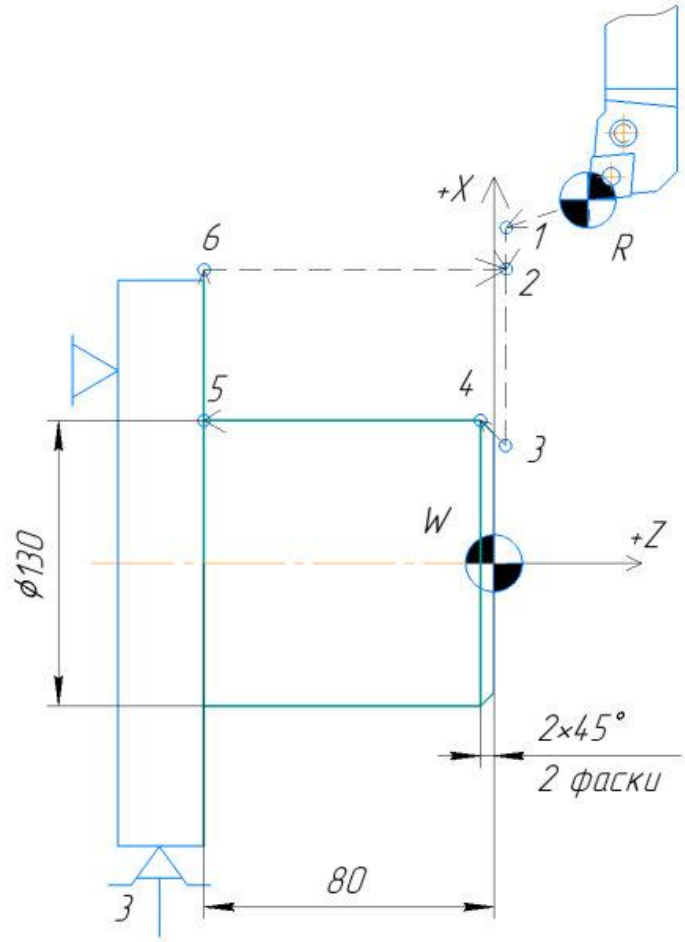
Расчет точек по оси X является диаметральным.

1. Подрезезать торец выдерживая размер 150мм.



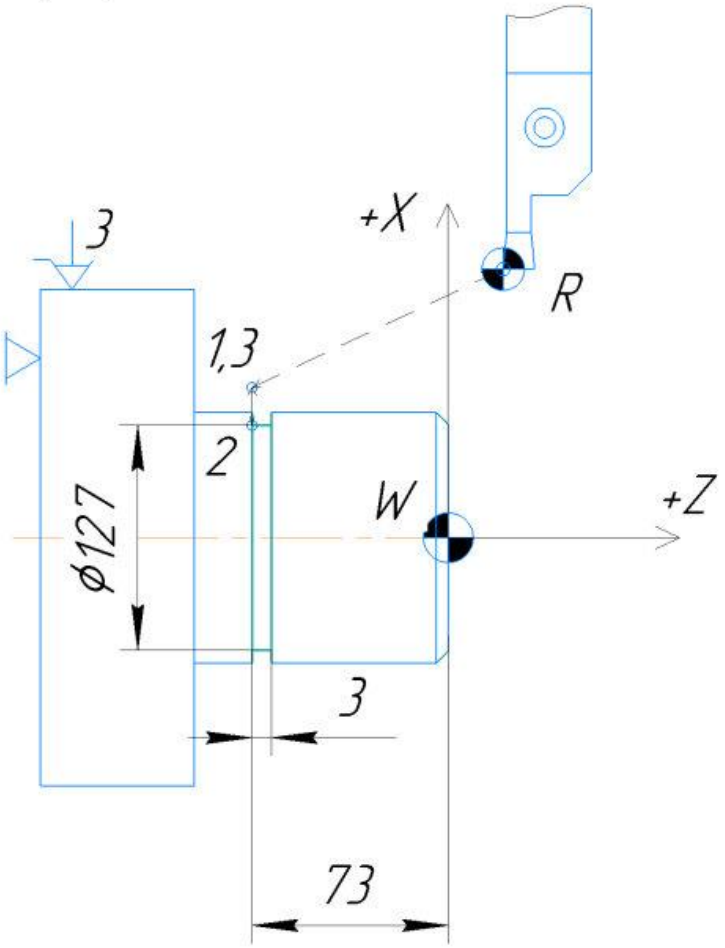
Точка	x	z
R	500	500
1	174	0
2	-3.2	0
3	-3.2	2
R	500	500

2. Точить наружный контур предварительно, окончательно.



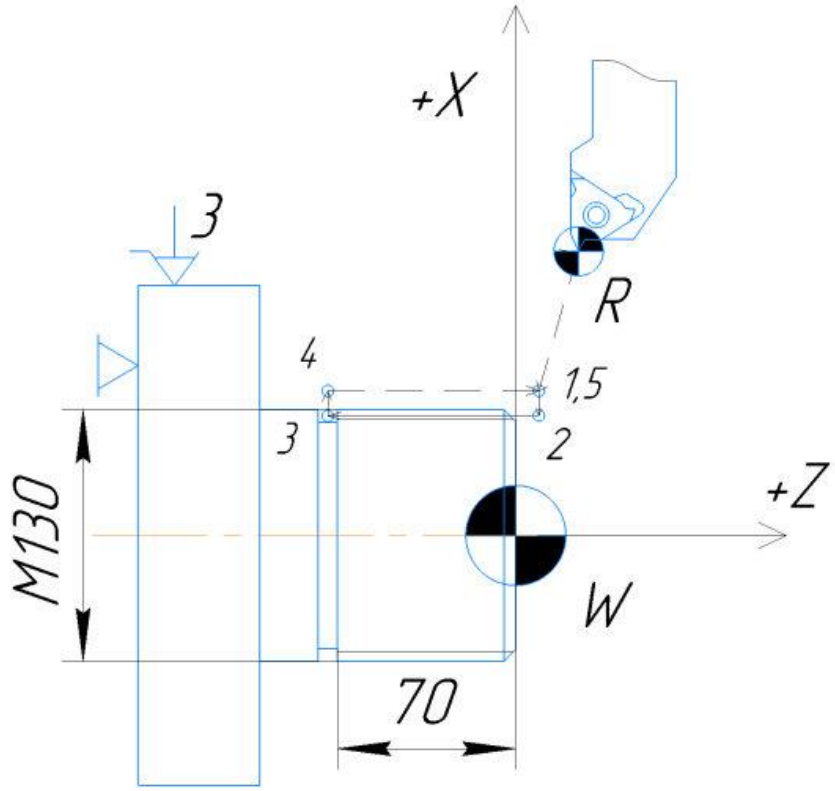
Точка	x	z
R	500	500
1	180	2
2	174	2
3	122	2
4	130	-2
5	130	-80
6	172	-80
R	500	500

3. Точить канавку шириной 3 мм



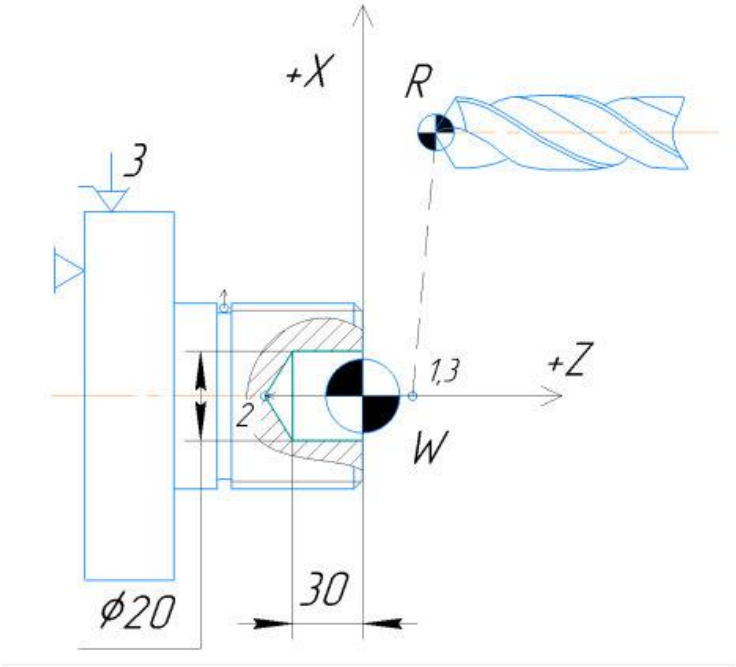
Точка	x	z
R	500	500
1	134	-73
2	127	-73
3	134	-73
R	500	500

4. Нарезать резьбу М130х1,5-7g



Точка	x	z
R	500	500
1	134	4
2	128,160	4
3	128,160	-71,5
R	500	500

5. Сверлить отверстие диаметром 20 на глубину 30 мм



Точка	x	z
R	500	500
1	0	5
2	0	-36
3	0	5
R	500	500

Код УП для обработки

№ кадра	Команда	Инструкция
	%	Знак начала программы
	O1000	Имя программы
	(Torcovka)	Комментарий
5	T0101	Вызов инструмента №01 с корректором №01, проходной резец
10	G40 G18 G21 G54 G80 G99	G40 – отмена коррекции на радиус инструмента; G18 – определение плоскости резания; G21 – ввод метрических данных; G54 – вызов рабочей системы координат; G80 – отмена циклов сверления; G99 – подача на оборот
15	G50 S3000	G50 - ограничение максимальной частоты вращения шпинделя, 3000об/мин
20	G96 S210	G96 – Постоянная скорость резания, 210 м/мин
25	M03	Включение оборотов шпинделя по часовой стрелке
30	G00 Z0. X174.	Ускоренное перемещение в точку 1
45	G01 X-3.2 F0.25	Перемещение на рабочей подаче в точку 2
50	G00 Z2.	Отвод в точку 3
55	X180.	Отвод в точку 4
	(E-kontur)	
60	X174. Z2.	Перемещение в точку 1
65	G71 U2. R2.	G71 – цикл черновой продольной контурной обработки, первая строка; U – глубина резания; R – величина отвода
70	G71 P75 Q90 U0. W0. F0.15	G71 – цикл черновой продольной контурной обработки, вторая строка; P – номер кадра задающий начало контура, 75; Q – номер кадра задающий кснец контура, 90; U – припуск на

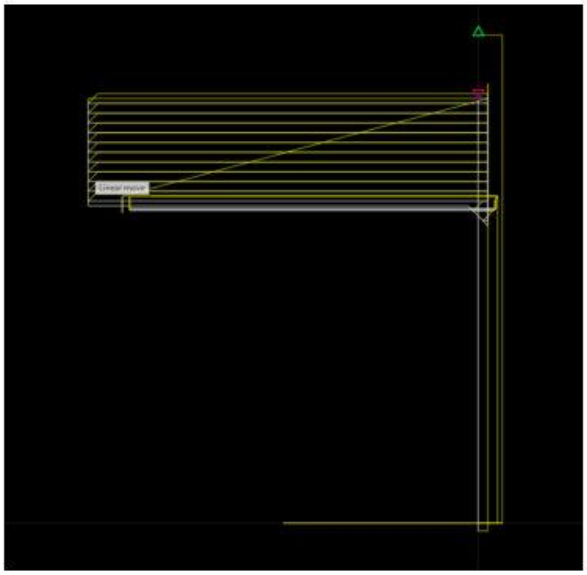
		чистовую обработку по оси X; W- припуск на чистовую обработку по оси Z; F – величина рабочей подачи
75	X122. Z2.	Точка цикла №1
80	X130 Z-2.	Точка цикла №2
85	Z-80.	Точка цикла №3
90	X172.	Точка цикла №4
95	G00 G28 U0.	Возврат в референтную точку по оси X
100	G28 W0.	Возврат в референтную точку по оси Z
105	M05	Выключение шпинделя
	(Kanavka)	
110	T0202	Вызов инструмента №02 с корректором №02
115	G40 G18 G21 G54 G80 G99	G40 – отмена коррекции на радиус инструмента; G18 – определение плоскости резания; G21 – ввод метрических данных; G54 – вызов рабочей системы координат; G80 – отмена циклов сверления; G99 – подача на оборот
120	G50 S3000	G50 - ограничение максимальной частоты вращения шпинделя, 3000об/мин
125	G96 S80	G96 – Постоянная скорость резания, 80 м/мин
130	M03	Включение оборотов шпинделя по часовой стрелке
135	G00 X134. Z-73.	Перемещение в точку 1
140	G01 X127. F0.07	Перемещение в точку 2
145	G00 X134.	Перемещение в точку 3
150	G28 U0.	Возврат в референтную точку по оси X
155	G28 W0.	Возврат в референтную точку по оси Z
160	M05	Выключение шпинделя

	(Rezba)	
165	T0303	Вызов инструмента №03 с корректором №03, резьбовой резец
170	G40 G18 G21 G54 G80 G99	G40 – отмена коррекции на радиус инструмента; G18 – определение плоскости резания; G21 – ввод метрических данных; G54 – вызов рабочей системы координат; G80 – отмена циклов сверления; G99 – подача на оборот
175	G97	Постоянные обороты шпинделя
180	M04 S270	Включение оборотов шпинделя против часовой стрелки, 270 об/мин
185	G00 X134. Z4.	Перемещение в точку перед циклом обработки
190	G76 P010060 Q500 R0.08	G76 – цикл автоматического нарезания резьбы, первая строка; P010060, 01 – количество чистовых проходов, 1; 00 – значение сбега резьбы, 0; 60 – способ нарезания резьбы с комплексной подачей, Q500 – глубина резания при первом проходе, 0,5 мм; R0.08 – припуск на чистовой проход
195	G76 X128.160 Z-74.5 P920 Q300 F1.5	G76 – цикл автоматического нарезания резьбы, вторая строка; X – внутренний диаметр резьбы; Z – длина резьбы, P – высота профиля резьбы, Q – величина припуска снимаемая за 1 проход, F – шаг резьбы
200	G00 G28 U0.	Возврат в референтную точку по оси X
205	G28 W0.	Возврат в референтную точку по оси Z
210	M05	Выключение шпинделя
	(Sverlenie)	
215	T0505	Вызов инструмента №04 с корректором №03, резьбовой резец
220	G40 G18 G21 G54 G80 G99	G40 – отмена коррекции на радиус инструмента; G18 – определение плоскости резания; G21 – ввод метрических данных; G54 – вызов рабочей системы координат; G80 – отмена циклов сверления; G99 – подача на оборот

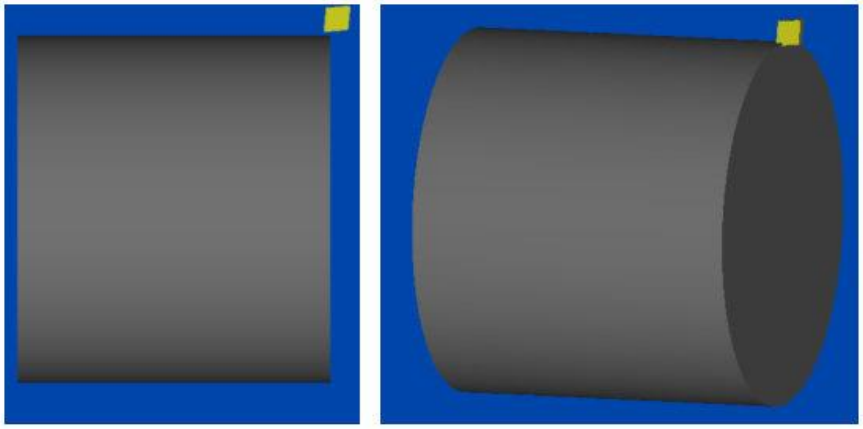
225	G97	Постоянные обороты шпинделя
230	M04 S320	Включение оборотов шпинделя против часовой стрелки, 320 об/мин
235	G00 X0. Z5.	Перемещение в точку перед циклом сверления
240	M08	Включение СОЖ
245	G81 Z-36. R0. F0.15	Цикл сверления,
250	M09	Выключение СОЖ
255	G00 G28 U0.	Возврат в референтную точку по оси X
260	G28 W0.	Возврат в референтную точку по оси Z
265	M30	Конец программы
	%	Знак конца программы

Проверка в симуляторе

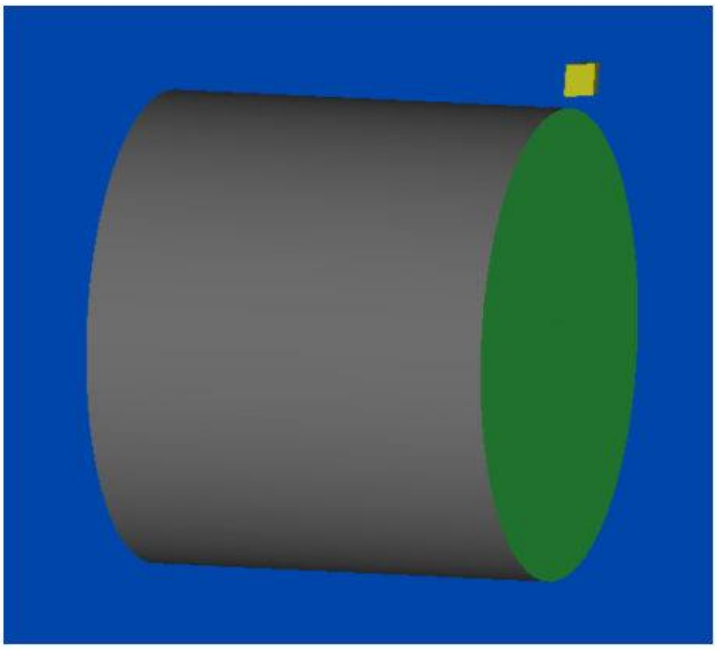
1. Общий вид траекторий



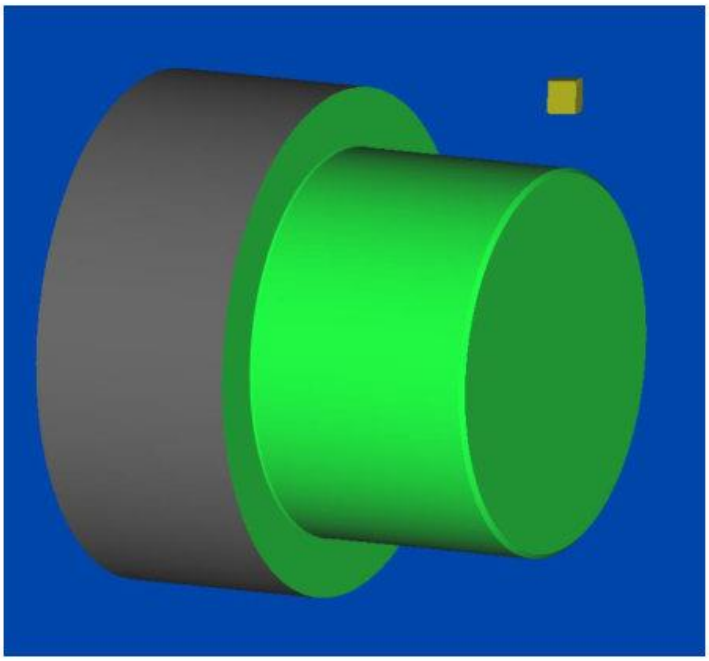
2. Общий вид заготовки



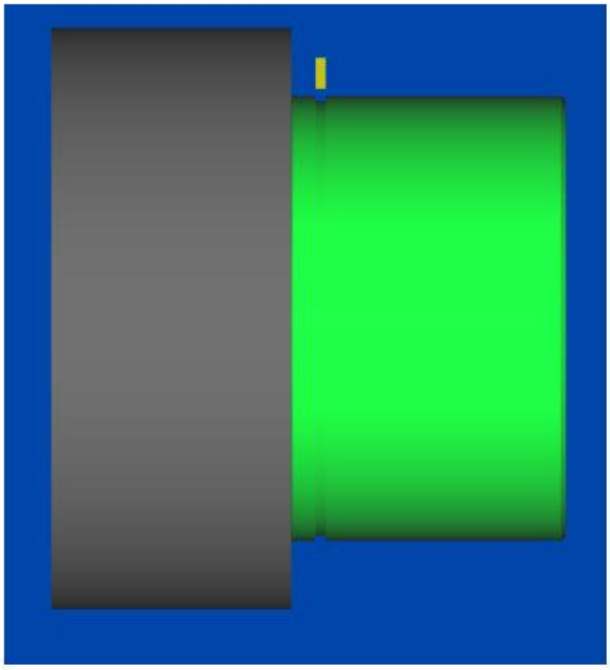
3. Торцовка в размер 150мм



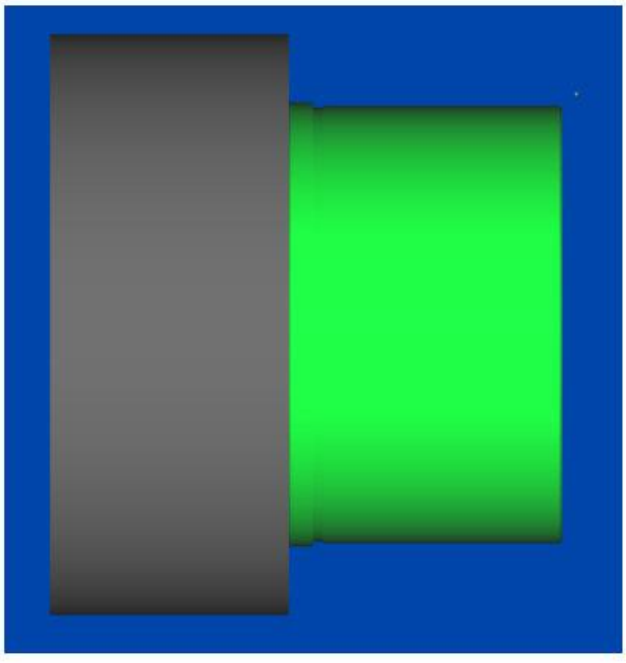
4. Точение наружного контура окончательно



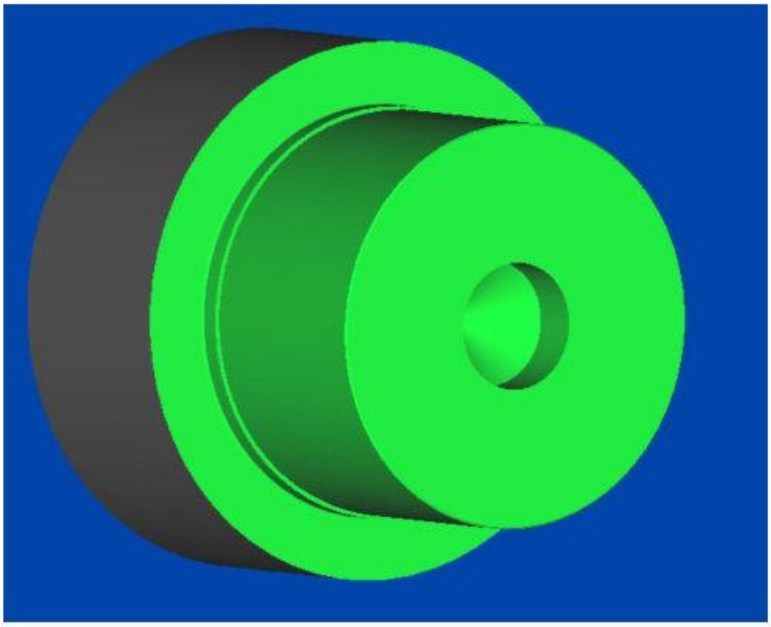
5. Точение канавки шириной 3 мм



6. Нарезание резьбы М130х1,5



7. Сверление отверстия диаметром 20 на глубину 30 мм



Список литературы

1. Проектирование инструментальной наладки на токарно-револьверный станок с ЧПУ / А.Ю. Попов и др. – Омск: Издательство ОмГТУ, 2012. – 38 с.

2. Турчин Денис Евгеньевич. Программирование обработки на станках с ЧПУ: методические указания к лабораторным работам [Электронный ресурс] для студентов очной формы обучения специальности 220301 «Автоматизация технологических процессов и производств (в машиностроении)» / Д. Е. Турчин Электрон. дан. – Кемерово: КузГТУ, 2011.

3. Каталог фирмы Gesac «Токарный инструмент GESAC 2020 (рус.)». Китай. 2020.-177 с.: