

Чебоксары, 2026

Методические рекомендации по подготовке и защите курсовой работы по дисциплине «Автоматизация производственных процессов в машиностроении» разработаны в соответствии с:

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации №1044 от 17 августа 2020 года, зарегистрированный в Минюсте 10 сентября 2020 года, рег. номер 59763

- учебным планом (заочной форм обучения) по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств;

- рабочей программой дисциплины «Автоматизация производственных процессов в машиностроении»

Автор Виноградова Татьяна Геннадьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры транспортно- энергетических систем

(указать ФИО, ученую степень, ученое звание или должность)

Методические рекомендации одобрены на заседании кафедры транспортно-энергетических систем (протокол № 9 от 22.05.2026).

В Методических рекомендациях изложены методология и методика подготовки курсовых работ по автоматизация производственных процессов в машиностроении, а также требования к их оформлению; кроме того, определены основные обязанности кафедры транспортно-энергетических систем и научных руководителей по руководству, даны рекомендации студентам по их защите.

Методические рекомендации предназначены для руководителей курсовых работ, а также для студентов всех форм обучения обучающихся по направлению по направления подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» в Чебоксарском институте (филиале) Московского политехнического университета.

ВВЕДЕНИЕ

Автоматизация процессов в машиностроении предполагает использование таких автоматизированных и гибких систем, как роботизированные технологические комплексы (РТК) и гибкие производственные модули (ГПМ).

РТК — это автономно действующая совокупность технологических средств производства, обеспечивающая полностью автоматический цикл работы внутри комплекса и его связь с входными и выходными потоками остального производства и включающая в себя единицу или группу технологического полуавтоматического оборудования (например, металлорежущие станки), взаимодействующего с этим оборудованием промышленного робота (ПР) и вспомогательное оборудование.

На базе одних и тех же моделей станков могут создаваться РТК различных компоновок, комплектуемые ПР, обладающими различными технологическими и техническими возможностями.

Наибольшее распространение получили РТК следующих компоновок:

- одностаночные, состоящие из одного станка, обслуживаемого подвесным (расположенным над станком), напольным (расположенным рядом со станком) или встроенным в станке ПР;

- многостаночные РТК линейной или линейно-параллельной компоновки, обслуживаемые подвесными ПР;

многостаночные РТК круговой компоновки, обслуживаемые напольными ПР.

При механической обработке деталей с помощью ПР автоматизируют:

• установку заготовок в рабочую зону станка и (при необходимости) контроль правильности их базирования;

• снятие готовых деталей со станка и размещение их в таре (накопителе);

• передачу деталей от станка к станку;

• кантование деталей (заготовок) в процессе обработки;

• контроль размеров деталей;

• очистку базовых поверхностей деталей и приспособлений;

• смену инструментов.

ГПМ ~ это единица технологического оборудования с ЧПУ и средствами автоматизации технологического процесса, автономно функционирующая, осуществляющая многократные автоматические циклы, обладающая свойством автоматизированной переналадки при производстве деталей или изделий широкой номенклатуры в пределах его технологического назначения и установленных технических характеристик, имеющая возможность встраивания в гибкую производственную систему (ГПС). В общем случае ГПМ могут включать в себя: станки с ЧПУ, накопители, спутники, паллеты, устройства загрузки и выгрузки заготовок и деталей, замены технологической оснастки, автоматизированного контроля, включая диагностирование, устройство переналадки и т.д.

Данная курсовая работа является самостоятельной работой студентов,

изучающих дисциплину «Автоматизация производственных процессов в машиностроении» и носит характер предварительного проекта автоматизации производства с целью автоматизации части технологического процесса.

Курсовая работа заключается в создании РТК или ГПМ механической обработки деталей и служит целью обучить методам и принципам построения автоматизированных производств с элементами гибкой автоматизации.

1. Цель курсовой работы

Целью курсовой работы является автоматизация технологического процесса механической обработки детали.

В процессе выполнения курсовой работы студентом должно быть выполнено следующее:

1. Ознакомление с чертежом детали.
2. Разработка технологического процесса механической обработки детали.
3. Выбор оборудования: металлорежущий станок с ЧПУ или обрабатывающий центр, промышленный робот, загрузочно-накопительное устройство (ЗНУ).
4. Проектирование компоновки РТК или ГПМ.
5. Разработка блок-схемы функционирования РТК или ГПМ.
6. Разработка циклограммы работы РТК или ГПМ.

2. Порядок выбора варианта заданий

Тема курсовой работы формируется в соответствии с шифром задания, состоящего из двух цифр. Первая цифра шифра задания определяет вид комплексной детали, группу подлежащей обработке на проектируемом участке. По второй цифре определяются размеры комплексной детали. Недостающие размеры проставляются конструктивно. Шероховатость деталей - Ra 6,3. Материал – сталь 40Х. Варианты заданий выдаются в соответствии с двумя последними цифрами зачетной книжки студента.

2.1. Задание

Согласно своему варианту задания (Приложение 5) необходимо выбрать деталь, для производства которой будет разрабатываться РТК или ГПМ, и её размеры.

Пример выбора задания для варианта № 15 (последние две цифры номера студенческого билета студента -----15):

- в соответствии с предпоследней цифрой шифра 1 выбираем деталь, изображенную на рис.1

- в соответствии с последней цифрой шифра 5 выбираем размеры детали, указанные в таблице 1.

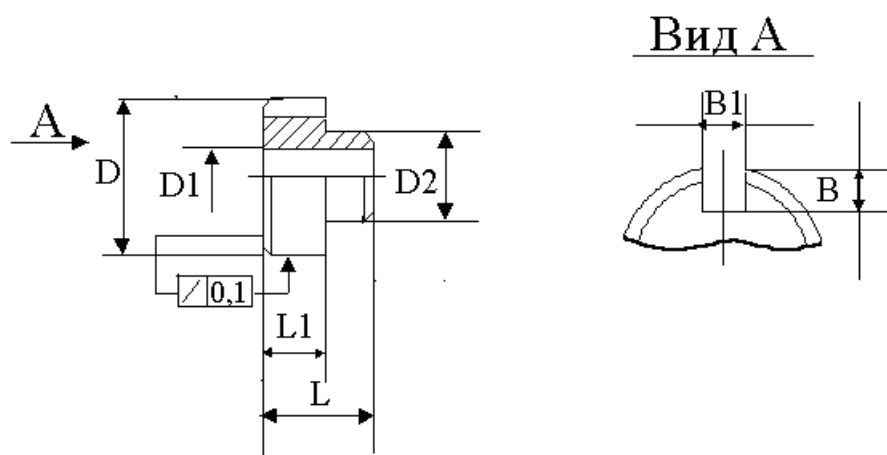


Рис. 1. Деталь

Таблица 1. Размеры детали.

Обозначение	Размерность	Вторая цифра шифра									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
D	мм					206					
D1	мм					100					
L	мм					125					
B1	мм					40					

2.2 Тематика курсовых работ

1. Проектирование роботизированного технологического комплекса для производства детали
2. Создание роботизированного технологического комплекса для изготовления детали
3. Конструирование роботизированного технологического комплекса для выпуска детали
4. Разработка автоматизированного роботизированного комплекса для изготовления детали
5. Проектирование роботизированной технологической ячейки для производства детали
6. Разработка роботизированной системы для изготовления детали
7. Создание автоматического роботизированного комплекса для выпуска детали
8. Проектирование роботизированного производственного модуля для изготовления детали
9. Разработка роботизированного технологического оборудования для производства детали
10. Конструирование автоматизированного роботизированного комплекса для изготовления детали
11. Разработка роботизированной технологической линии для выпуска детали

12. Проектирование роботизированной производственной ячейки для изготовления детали
13. Создание роботизированного технологического модуля для производства детали
14. Разработка автоматизированной роботизированной системы для изготовления детали
15. Проектирование роботизированного комплекса механообработки для выпуска детали
16. Конструирование роботизированной технологической системы для производства детали
17. Разработка роботизированного обрабатывающего комплекса для изготовления детали
18. Создание автоматической роботизированной ячейки для выпуска детали
19. Проектирование роботизированного производственного оборудования для изготовления детали
20. Разработка роботизированной технологической платформы для производства детали
21. Автоматизация изготовления детали с использованием роботизированного технологического комплекса
22. Роботизация технологического процесса изготовления детали
23. Создание автоматизированного роботизированного рабочего места для выпуска детали
24. Разработка роботизированной автоматической линии для изготовления детали
25. Проектирование гибкой роботизированной ячейки для производства детали
26. Внедрение роботизированного технологического комплекса в производство детали
27. Разработка роботизированного участка для изготовления детали
28. Создание роботизированной производственной системы для выпуска детали
29. Проектирование автоматизированного роботизированного модуля для изготовления детали
30. Разработка роботизированного комплекса с ЧПУ для производства детали
31. Автоматизация производства детали на базе роботизированного комплекса
32. Роботизация участка механической обработки детали
33. Создание роботизированной технологической установки для выпуска детали
34. Разработка роботизированной обрабатывающей ячейки для изготовления детали
35. Проектирование роботизированной системы автоматизации для производства детали
36. Внедрение роботизированного оборудования для изготовления детали

37. Разработка роботизированной механообрабатывающей системы для выпуска детали
38. Создание роботизированного автоматического участка для производства детали
39. Проектирование роботизированного производственного комплекса для изготовления детали
40. Разработка автоматической роботизированной технологической линии для выпуска детали
41. Конструирование роботизированной ячейки для изготовления детали
42. Проектирование роботизированного технологического оснащения для выпуска детали
43. Разработка конструкторской документации роботизированного комплекса для производства детали
44. Создание проекта роботизированной линии для изготовления детали
45. Конструирование автоматизированной роботизированной системы для выпуска детали
46. Проектирование роботизированного производственного участка для изготовления детали
47. Разработка технологической схемы роботизированного комплекса для производства детали
48. Создание конструкторской модели роботизированной ячейки для выпуска детали
49. Конструирование роботизированного обрабатывающего модуля для изготовления детали
50. Проектирование роботизированного технологического поста для производства детали
51. Разработка кинематической схемы роботизированного комплекса для выпуска детали
52. Создание трехмерной модели роботизированной системы для изготовления детали
53. Конструирование роботизированного захватного устройства для производства детали
54. Проектирование компоновки роботизированного участка для выпуска детали
55. Разработка исполнительной структуры роботизированного комплекса для изготовления детали
56. Создание конструкторского решения роботизированной ячейки для производства детали
57. Конструирование роботизированной транспортной системы для выпуска детали
58. Проектирование роботизированного манипулятора для изготовления детали
59. Разработка компоновочной схемы роботизированного комплекса для производства детали

60. Создание конструкторской документации роботизированной линии для выпуска детали
61. Внедрение роботизированного технологического комплекса в процесс изготовления детали
62. Организация роботизированного производства детали
63. Создание роботизированного рабочего места для изготовления детали
64. Обеспечение автоматизации изготовления детали роботизированным комплексом
65. Построение роботизированной технологической системы для выпуска детали
66. Развертывание роботизированного участка для производства детали
67. Формирование роботизированной производственной среды для изготовления детали
68. Запуск роботизированного технологического комплекса для выпуска детали
69. Организация автоматической роботизированной сборки детали
70. Внедрение гибкого роботизированного производства детали
71. Настройка роботизированного технологического комплекса для изготовления детали
72. Создание автоматизированного роботизированного производства детали
73. Организация безлюдной технологии изготовления детали на базе роботизированного комплекса
74. Внедрение роботизированной обработки детали в серийное производство
75. Построение роботизированной ячейки для механической обработки детали
76. Организация роботизированного цикла изготовления детали
77. Наладка роботизированного технологического оборудования для выпуска детали
78. Запуск в эксплуатацию роботизированного комплекса для производства детали
79. Обеспечение роботизированного выпуска детали
80. Внедрение автоматической смены заготовок роботизированным комплексом
81. Создание РТК для изготовления детали
82. Проектирование РТК для выпуска детали
83. Разработка автоматической роботизированной системы для детали
84. Конструирование РТК для производства детали
85. Построение роботизированной ячейки для детали
86. Создание роботизированного модуля для выпуска детали
87. Разработка гибкой роботизированной системы для изготовления детали
88. Проектирование автоматизированного роботизированного комплекса для детали
89. Конструирование роботизированного участка для производства детали
90. Создание автоматической роботизированной линии для выпуска детали

- 91. Разработка интеллектуального роботизированного комплекса для изготовления детали
- 92. Проектирование адаптивной роботизированной системы для производства детали
- 93. Создание мультиоперационного роботизированного комплекса для выпуска детали
- 94. Разработка реконфигурируемого роботизированного комплекса для изготовления детали
- 95. Конструирование многопозиционного роботизированного модуля для производства детали
- 96. Построение автоматизированной роботизированной платформы для выпуска детали
- 97. Создание автономного роботизированного производства детали
- 98. Разработка роботизированной технологической арматуры для изготовления детали
- 99. Проектирование универсального роботизированного комплекса для производства детали

3. Структура и содержание курсовой работы

Курсовая работа состоит из расчетно-пояснительной записки и графической части.

Расчетно-пояснительная записка должна отвечать следующим требованиям к структуре:

- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список использованной литературы.

Во введении должны быть указаны следующие положения: актуальность избранной темы и причины (обоснование) ее выбора для подготовки курсовой работы; обоснование новизны избранной темы; степень исследованности (разработанности) темы в отечественной и зарубежной литературе; указание на цели и задачи исследования, предмета, объекта исследования, методов.

В основной части студент оформляет главы:

- Задание с чертежом детали и ее размерами.
- Технологический процесс механической обработки детали.
- Выбор оборудования для автоматизации процесса механической обработки детали
- Проектирование компоновки РТК или ГПМ (эскизно).
- Траектория движений робота
- Разработка блок-схемы функционирования РТК или ГПМ
- Анализ временной структуры работы РТК или ГПМ
- Разработка циклограммы работы РТК или ГПМ

В заключении студент должен сформулировать выводы по итогам проведенного расчета, в частности: отметить основные проблемы автоматизации производственных процессов в машиностроении, выявленные им в процессе подготовки курсовой работы; отметить, по каким направлениям целесообразно продолжать научно-практического исследования по данной тематике.

В списке использованных источников должны быть указаны все использованные студентом при подготовке курсовой работы источники, как нормативные, так и теоретические. При этом для подготовки курсовой работы могут быть использованы источники как на бумажных носителях, так и на электронных носителях, включая использование материалов из различных интернет-ресурсов. Обязательным требованием является непременно указание источника и обозначение авторов теоретических источников (воспринятых студентом как на бумажных носителях, так и на электронных носителях).

Все цитаты должны быть забраны в кавычки, в конце цитаты сделана сноска на использованный источник. Плагиат недопустим ни в каких объемах, даже одно предложение может быть плагиатом.

Графическая часть курсовой работы выполняется на двух листах формата А3 в соответствии с требованиями по оформлению конструкторской документации и должна содержать:

1. Компоновку оборудования РТК или ГПМ
2. Циклограмму работы РТК или ГПМ

Курсовая работа выполняется на компьютере на стандартных листах А4. Текст печатается на одной стороне листа. **Междустрочный интервал – 1,5, шрифт текста – 14 (Times New Roman), в таблицах - 12, в подстрочных сносках -10.** Текст печатается строчными буквами (кроме заглавных), выравнивается по ширине с использованием переносов слов. На титульном листе надпись: курсовая работа печатаются 18 шрифтом. Подчеркивание слов и выделение их курсивом внутри самой работы не допускается. Однако заголовки и подзаголовки при печатании текста письменной работы выделяются полужирным шрифтом. Абзацный отступ должен **соответствовать 1,25 см** и быть одинаковым по всей работе.

Ориентировочный объем курсовой работы составляет **30-40 страниц**. В данный объем не входят приложения и список использованных источников. По согласованию с преподавателем объём работы может быть увеличен.

Страницы, на которых излагается текст, должны иметь поля: **левое -30 мм, правое - 10 мм, верхнее - 20 мм, нижнее - 20 мм.**

В тексте работы «Введение», название глав, «Заключение» и «Список использованной литературы» печатаются (начинаются) с новой страницы.

Расстояние между заголовком и подзаголовком, заголовком и последующим текстом, подзаголовком и предыдущим текстом отделяют двумя полуторными межстрочными интервалами, а между подзаголовком и последующим текстом - одним полуторным межстрочным интервалом.

Главы письменных работ нумеруются арабскими цифрами и должны начинаться с новой страницы (листа). Номер главы состоит из числа: 1, 2 и т.д.

Заголовки (подзаголовки) располагаются центрированным (посередине текста) способом.

Страницы письменных работ должны иметь сквозную нумерацию арабскими цифрами по всему тексту. Номер страницы проставляют в правом верхнем углу поля страницы без точки в конце. Первой страницей письменной работы является титульный лист. Он не нумеруется. В работе второй страницей является содержание.

Титульный лист должен содержать наименование учебного заведения, формы обучения, обозначение характера работы (курсовая), ее тему, фамилию, имя, отчество выполнившего ее студента, номер курса и группы, ученую степень, должность или ученое звание научного руководителя, его фамилию и инициалы, графы «Дата сдачи», «Допустить к защите», «Дата защиты», «Оценка», место и год написания работы.

Оглавление работы, которое следует после титульного листа, должно содержать названия элементов структуры работы и номера листов, с которых они начинаются.

Материал в списке использованной литературы следует сгруппировать следующим образом:

1. ГОСТы

2.Список литературы оформляется по очередности использования в курсовой работе.

В списке использованных источников должны быть указаны только те материалы, на которые имеется ссылка (сноска) в работе.

Если в курсовой работе имеются приложения, их необходимо пронумеровать.

Все листы курсовой работы должны быть пронумерованы.

Нумерация страниц в курсовой работе должна быть сплошной. Студент отвечает за грамотность и аккуратность оформления курсовой работы.

Наличие грамматических, орфографических и пунктуационных ошибок либо небрежное оформление работы может послужить причиной неудовлетворительной оценки работы.

Подстрочные сноски со ссылками на использованные источники должны иметь сплошную нумерацию.

Порядок представления курсовой работы на защиту

Курсовая работа, подготовленная студентом в окончательной форме, должна быть представлена делопроизводителю кафедры в следующем комплекте:

в письменной форме в прошитом, скрепленном виде – 1 экземпляр;

в электронной форме посредством направления на электронный почтовый адрес кафедры транспортно-энергетических систем ttm@chebpolytech.ru – 1 экземпляр.

Делопроизводитель кафедры после регистрации факта и даты сдачи курсовой работы передает ее для проверки научным руководителем.

Передача курсовой работы в электронной форме может быть осуществлена путем направления ее студентом непосредственно научному руководителю по электронной почте.

После поступления курсовой работы на кафедру научный руководитель проверяет ее в течение 14 календарных дней с момента поступления на кафедру, после чего возвращает ее делопроизводителю со своим отзывом. В отзыве указываются следующие положения:

- наименование учебного заведения, кафедры, формы обучения;
- обозначение характера работы (курсовая), ее тему;
- фамилию, имя, отчество выполнившего ее студента, номер курса и группы;
- ученую степень, должность или ученое звание научного руководителя, его фамилию и инициалы;
- соответствие структуры курсовой работы требованиям, указанным в разделе 3 настоящих Методических рекомендаций;
- указание на имеющиеся в курсовой работе недостатки (как по форме, так и по содержанию работы), не препятствующие допуску работы к защите;
- вывод о возможности допуска курсовой работы к защите;
- вопросы к защите;
- предлагаемая форма и дата защиты курсовой работы (устная (очная или дистанционная)).

В случае если поставленные научным руководителем вопросы не ясны студенту, он вправе уточнить их у научного руководителя лично во время его консультаций (в Дни заочника) или дистанционно через электронную почту.

В случае формулирования научным руководителем вывода о невозможности допуска курсовой работы к защите курсовая работа подлежит подготовке заново с учетом замечаний, указанных научным руководителем, и повторному представлению на защиту в порядке, предусмотренном разделом 3, тому же научному руководителю.

Порядок защиты курсовой работы

Защита курсовой работы может проводиться только научному руководителю.

Защита курсовой работы проводится в форме, установленной научным руководителем. Также с согласия научного руководителя или по его предложению, выраженному в отзыве, возможна защита курсовой работы в форме доклада на конференции или ином научном или научно-практическом мероприятии (при наличии такого мероприятия в сроки, установленные для допуска к сессии), или в форме доклада на студенческой научной конференции. В этом случае возможна рекомендация научного руководителя к опубликованию тезисов выступления.

При устной форме защиты курсовой работы студент должен подготовить ответы на вопросы, поставленные ему научным руководителем в отзыве.

Научный руководитель вправе по своему усмотрению задавать студенту дополнительные вопросы для проверки уровня и качества освоения им знаний по теме курсовой работы, а также для дополнительной проверки самостоятельности выполнения курсовой работы.

По итогам защиты научный руководитель определяет, может ли быть защита зачтена, или требуется повторная защита.

По итогам первоначальной или (в случае ее неудачи) повторной защиты курсовой работы научный руководитель ставит отметку о защите курсовой работы в зачетной книжке студента, в ведомости и на титульном листе работы.

После защиты, отзыв и курсовая работа подлежат сканированию самим студентом и заливке в Электронную информационно-образовательную среду (Электронное портфолио) Чебоксарского института (филиала) Московского политехнического университета по адресу <http://students.polytech21.ru/login.php>, после чего работа в письменной форме передаются студентом делопроизводителю для хранения в архиве Филиала.

Приложение 1

Согласовано

И.о. заведующему кафедрой «_____»

Студента(ки) группы _____

Форма обучения _____

направления подготовки _____

тел. _____

Подпись и ФИО завкафедрой

«_____» _____ 20__ г.

ФИО студента

Заявление

Прошу утвердить тему курсовой работы

(наименование темы)

по дисциплине

(дата)

(подпись)

Тема согласована с научным руководителем _____

(дата)

(подпись)

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ЧЕБОКСАРСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) МОСКОВСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Кафедра транспортно-энергетических систем

КУРСОВАЯ РАБОТА

по дисциплине «Автоматизация производственных процессов в
машиностроении»

Наименование темы

Рег.номер _____

Выполнил: студент _____ курса, группы _____
кафедры ТЭС _____ формы обучения
по направлению подготовки

Ф.И.О.

Допущена к защите
« ____ » _____ 202__ г.

подпись

Научный руководитель:

должность, звание

Ф.И.О.

Защита курсовой работы:

Оценка _____

Дата « ____ » _____ 202__ г.

Подпись научного руководителя _____

Чебоксары 202__ г.

Пример оформления содержания

Содержание

Введение	3
Основная часть	4
1. Задание с чертежом детали и ее размерами	4
2. Технологический процесс механической обработки детали.	12
3. Выбор оборудования для автоматизации процесса механической обработки детали.	18
4. Проектирование компоновки РТК или ГПМ (эскизно).	22
5. Траектория движений робота.	27
6. Разработку блок-схемы функционирования РТК или ГПМ.	30
7. Анализ временной структуры работы РТК или ГПМ	33
8. Разработка циклограммы работы РТК или ГПМ.	
Заключение	36
Список использованной литературы.	38
Приложение.	40

Пример выполнения основной части курсовой работы

1. Разработка технологического процесса механической обработки.

Технологический процесс представляется с указанием размеров заготовки и последовательности обработки. Необходимо определить состав операций, выполняемых на том или ином рабочем месте, выбрать режущий инструмент и технологическую оснастку, назначить режимы резания и рассчитать время обработки.

Например, технологический процесс механической обработки для указанной на рис. 2 детали (гнуть после механической обработки):

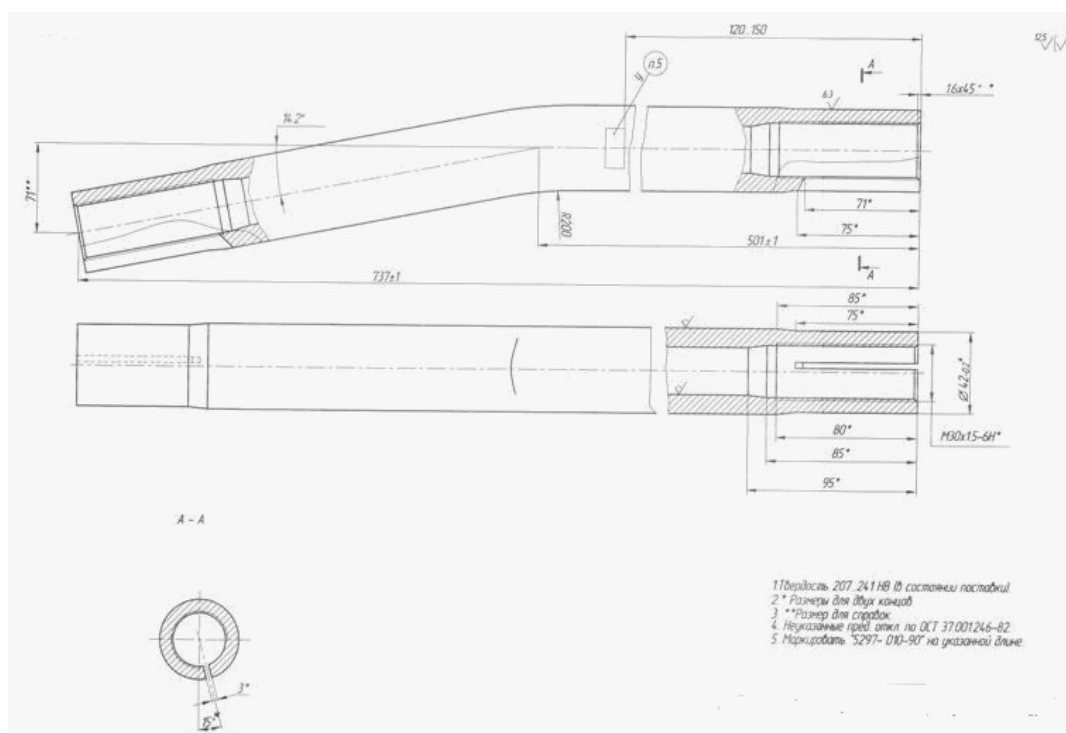


Рис.2. Тяга

Наименование детали «Тяга», твердость 210...255НВ, материал сталь 45.

Заготовка: Труба 45x10-747

Приспособление: патрон цанговый.

Установ 1. Подать заготовку загрузчиком, вылет заготовки 120мм.

1.1. Подрезать торец, точить $\varnothing 42$,

резец DCLNR2020K 12

пластина CNMG 12 04 12-PR GC4225

Держатель OD радиальный Форм-В3

$V = 200$ м/мин, $S = 0,1$ мм/об, $T = 0,454$ мин

1.2. Расточить под резьбу M30x1,5 $\varnothing 28,5$

Резец S20S-SCLNR 09-M

Пластина CCMT 09 T3 08-PR GC4225

держатель. резца Ø20 осев. VDI-30

V= 100 м/мин, S= 0,1 мм/об, T= 2,685 мин

1.3. Нарезать резьбу M30x1,5

Резец R1664KF-20-16

Пластина R 166.0L -16MM01-150 GC1020

держатель. резца. Ø20 осев. VDI-30

V= 80 м/мин, S= 1,5 мм/об, T= 0,502 мин

1.4. Фрезеровать паз. Ø80x3

фреза дисковая Ø80 пос.Ø27, 330.20-080030-230

Пластина 330.20 30 AA GC4040

оправка фрезерная Ø27, 160027142

Патрон приводной угловой Ø27, 411500011-30

V= 80 м/мин, S= 0,35 мм/об, T= 1,077 мин

Итого время резания 4, 718 мин

Установ 2. Перевернуть заготовку на 180⁰, вылет заготовки 120мм.

1.1. Подрезать торец, точить Ø42.

1.2. Расточить под резьбу M30x1,5 Ø28,5

1.3. Нарезать резьбу M30x1,5

1.4. Фрезеровать паз. Ø80x3

Режимы резания и время резания аналогичны режимам резания и времени резания, указанным в установе 1.

2. Выбор оборудования

Выбор оборудования заключается в выборе:

- станка с ЧПУ;
- загрузочно-накопительного устройства;
- промышленного робота;
- других средств автоматизации.

Необходимо выбрать современный промышленный робот и другие средства автоматизации (рекомендуется выбор оборудования из Интернета с сайтов производителей оборудования), обеспечивающих автономную работу РТК или ГПМ на протяжении нескольких часов. Указываются общий вид или схемы устройств и их технические характеристики.

Например, для обработки детали «Тяга».

2.3.1. Выбор станка

Для обработки предложенной детали выбран токарный станок EMCOTURN E65TM с ЧПУ Sinumerik фирмы «EMCO» (Австрия). Фотография станка приведена на рис.3, технические характеристики указаны в таблице 2.



Рис.3. Токарный станок EMCOTURN E65TM

Таблица 2. Технические характеристики станка EMCOTURN E65TM

Наименование	Показатель
Рабочая зона	
Макс. диаметр вращения над станиной	Ø540 мм
Макс. диаметр вращения над поперечными салазками	Ø360 мм
Межцентровое расстояние	680 мм
Макс. диаметр точения	Ø310 мм
Макс. длина заготовки	520 мм
Макс. проходной диаметр прутка	Ø65 мм
Рабочие перемещения	
Перемещение по оси X	210 мм
Перемещение по оси Z	610 мм
Главный шпиндель	
Диапазон частоты вращения	60-4200 об/мин
Макс. крутящий момент на шпинделе	192 Нм
Конус шпинделя по DIN 55026	A2-6
Внутренний диаметр подшипников шпинделя	Ø100 мм
Отверстие в шпинделе	Ø73 мм
Мощность главного двигателя при 100/60% ПВ	15/18 кВт
Револьверная головка	
Количество инструментов	12
Хвостовик инструмента по DIN 69880	VDI 30
Призматический хвостовик	20x20 мм
Цилиндрический хвостовик	Ø32 мм
Время смены позиции головки	0,2 сек
Приводной инструмент	
Диапазон частоты вращения	0-5000 об/мин
Макс. крутящий момент	20 Нм
Мощность приводного инструмента	5 кВт
Количество позиций для приводных инструментов	12
Привода подач	
Ускоренное перемещение по осям X/Z	24 м/мин

Усилие подачи по осям X/Z	5000/7000 Н
Время разгона от 0 до ускоренного перемещения	0,2 с
Точность позиционирования P _s по осям X/Z согласно VDI 3441	0,003/0,005 мм
Система охлаждения	
Объем бака СОЖ	230 л
Мощность насоса при давлении 3,5 бар / (опция: 10 бар)	0,57/2,2 кВт
Производительность насоса при давлении 3,5/1 бар	15/65 л/мин
Гидравлический агрегат	
Многоконтурная система для зажимного приспособления	
Емкость системы	10 л
Макс. давление	50 бар
Пневматическая система	
Требуемое давление воздуха	6 бар
Требуемое кол-во	5 л/мин
Габаритные размеры	
Высота от фундамента до оси шпинделя	1100 мм
Высота станка	1880 мм
Площадь установки станка (без стружкоуборочного конвейера)	3000x1910 мм
Масса станка	4300 кг

3 Выбор автоматического загрузчика.

Для загрузки заготовок на токарный станок выбран автоматический загрузчик EMCO COMPACT LOAD E65 (R6Z930). На рис.4 приведена фотография загрузчика, технические характеристики указаны в таблице 3.



Рис.4. Загрузчик EMCO COMPACT LOAD E65 (R6Z930) к токарному станку EMCOTURN E65TM

Таблица 3. Технические характеристики загрузчика EMCO COMPACT LOAD E65 (R6Z930)

Наименование	Показатель
Управление	ЧПУ станка
Длина прутка	150 – 1060 мм
Диаметр прутка	Ø 8-65 мм
Вес прутка	55 кг
Макс. скорость подачи прутка	60 м/мин
Время подачи прутка	3 с
Время смены прутка	12 с
Емкость магазина	10 прутков × Ø65 мм
Сторона загрузки	сзади
Напряжение управления	24В, постоянный ток
Сжатый воздух	6 бар
Габаритные размеры	1700×1100×1097 мм
Масса	535 кг

4. Выбор промышленного робота

Для установки заготовок в загрузчик EMCO COMPACT LOAD E65 (R6Z930), поворота заготовок на 180 градусов и снятия обработанных деталей со станка EMCOTURN E65TM выбираем промышленный робот МПМ40.М01П.

На рис.5 приведена фотография ГПМ, в котором используются промышленные роботы МПМ40.М01П. В таблице 4 приведены технические характеристики промышленного робота МПМ40.М01П.

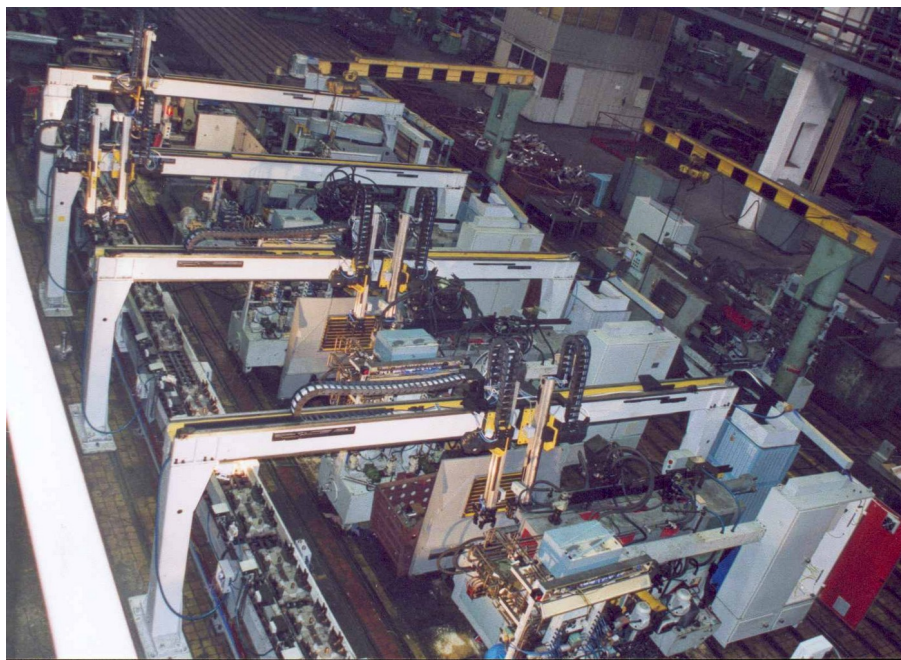


Рис.5. ГПМ токарной обработки

Таблица 4. Технические характеристики робота МПМ40.М01П

Грузоподъёмность (включая захватное устройство)	160 кг
Число степеней подвижности (кроме захвата)	2
Погрешность позиционирования	
каретки (перемещение по горизонтали)	±0.4 мм
руки (перемещение по вертикали)	±0.2 мм
Скорость перемещения	
каретки (перемещение по горизонтали)	0.005÷0.85 м/с
руки (перемещение по вертикали)	0.005÷0.70 м/с
Время разгона до максимальной скорости	0.3 с
Максимальное перемещение	
каретки (перемещение по горизонтали)	3500 мм
руки (перемещение по вертикали)	650 мм
Тип системы управления	позиционная
Тип контроллера	S7-300
Режимы работы	автоматический, наладка, оцифровка
Установленная мощность электродвигателей	5.5 кВт
Давление пневмосети (не менее)	0.45 Мпа
Годовой фонд рабочего времени	3875 час
Установленная безотказная наработка	2000 час
Установленный срок службы до капремонта	7 лет
Габаритные размеры	
длина (по основанию) с электрошкафом	7400 мм
ширина (по опорным плитам)	1300 мм
высота	3600 мм
Масса	3200 кг

Конструкция и принцип работы ПР МПМ40.М01П

ПР МПМ40.М01П - порталный, модульной конструкции. Несущая система ПР представляет собой раму, образованную двумя опорами сварной коробчатой формы, скрепленными между собой порталом. Одна из опор имеет П-образную форму. На портале закреплены зубчатая рейка и направляющие планки. В верхней части портал имеет выемку для кабельного укладчика и

электро- и пневмотрасс. Опоры обеспечивают вертикальную и горизонтальную регулировку портала, монтируются на фундамент и крепятся специальным фундаментным креплением.

Каретка движется по portalу и обеспечивает перемещение захватного устройства в горизонтальной плоскости в направлении перпендикулярном оси транспортера и оси станка (координата X). На каретке установлен привод, кронштейн с кабельным укладчиком и клеммной коробкой, кронштейн с блоком датчиков и блок пневмораспределителей.

Модуль подъема вместе с приводом монтируется к боковой поверхности каретки (через переходную плиту) и обеспечивает вертикальное перемещение (координата Z) захватного устройства. На нижнем торце направляющей модуля подъема установлена переходная плита, оснащенная крепежными элементами, для установки захватного устройства.

Захватное устройство монтируется к нижнему торцу направляющей модуля подъема. Представляет собой двухпозиционный захват с горизонтальной осью поворота. Детали в захватном устройстве повернуты друг относительно друга на 180 градусов. Зажим детали в захватах производится пружинами. Деталь в верхнем захвате постоянно зажата. Разжим захвата, находящегося внизу, производится пневмоцилиндром. Поворот захватного устройства на угол 180 градусов производится только с двумя зажатыми в захватах деталям.

5. Проектирование компоновки РТК или ГПМ

Для выбранного оборудования, хода технологического процесса и операций проектируется компоновка РТК или ГПМ.

Необходимо выбрать и начертить компоновку РТК или ГПМ (виды спереди и сверху) с указанием позиций оборудования и габаритных размеров комплекса. Дать обоснование выбора состава вспомогательного оборудования и компоновки. Представить подробную структуру времен при выполнении техпроцесса механической обработки детали. Указать состав контролируемых параметров в процессе обработки.

На рис.6 представлен пример компоновки ГПМ (вид спереди) на базе токарного станка с ЧПУ и портального робота.

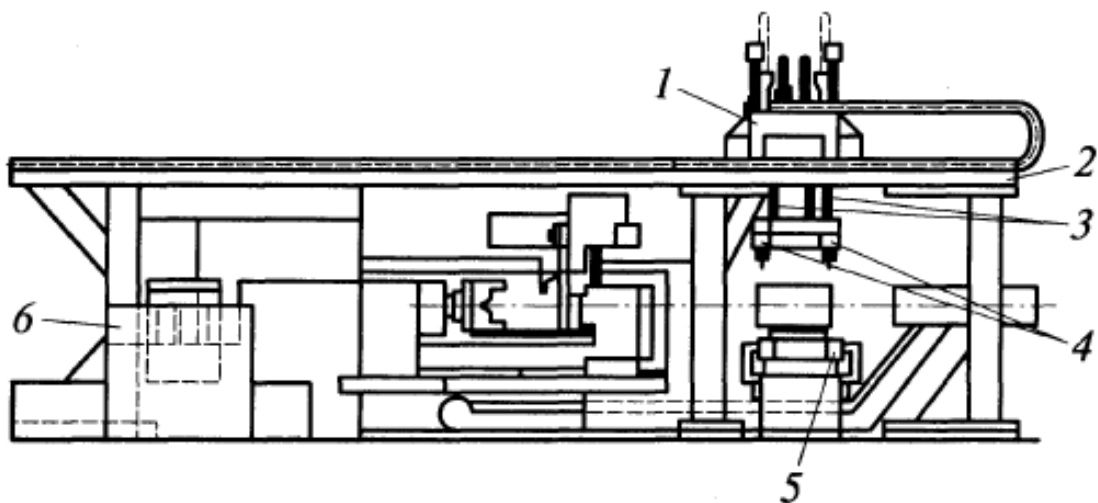


Рис.6. ГПМ на базе токарного станка с фронтальным расположением рабочего органа робота:

- 1 - каретка; 2 - двухрельсовые направляющие;
3 - рабочие органы; 4 - схваты; 5 - приемный стол, 6 - загрузчик

6. Разработка блок-схемы функционирования РТК или ГПМ

При разработке блок-схемы функционирования РТК или ГПМ необходимо составить траекторию движения ПР в виде опорных точек, как это представлено, например, на рис.7.

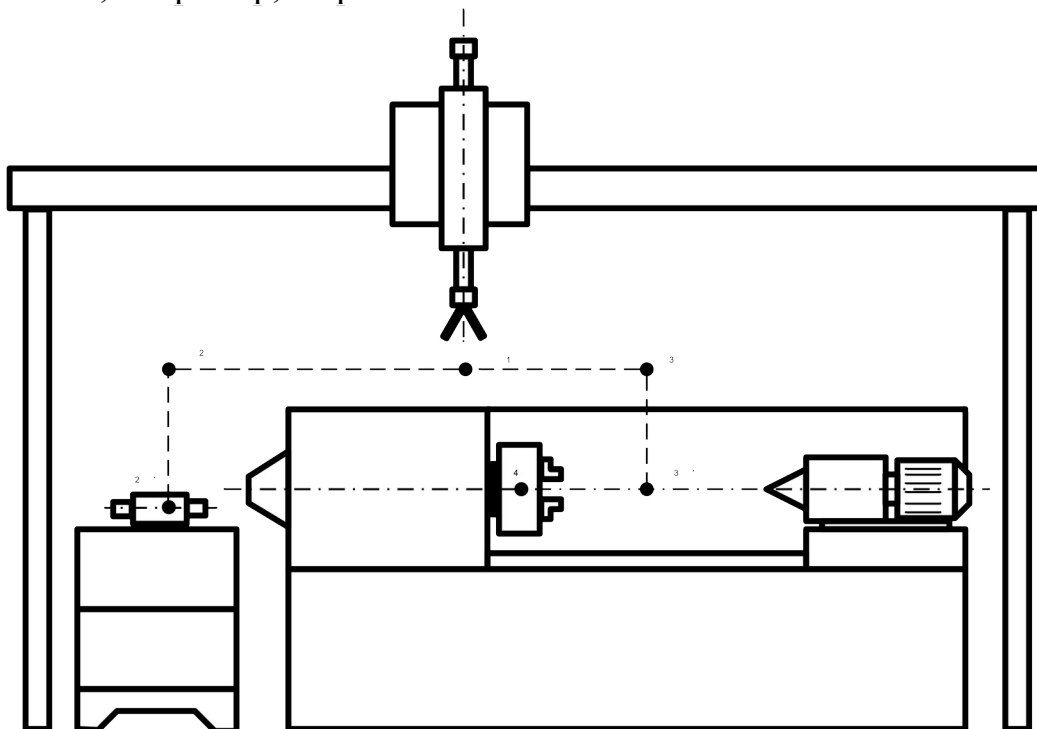


Рис.7. Траектория движения робота

После этого необходимо составить саму блок-схему работы РТК или ГПМ. Пример оформления блок-схемы представлен фрагментом на рис. 8.

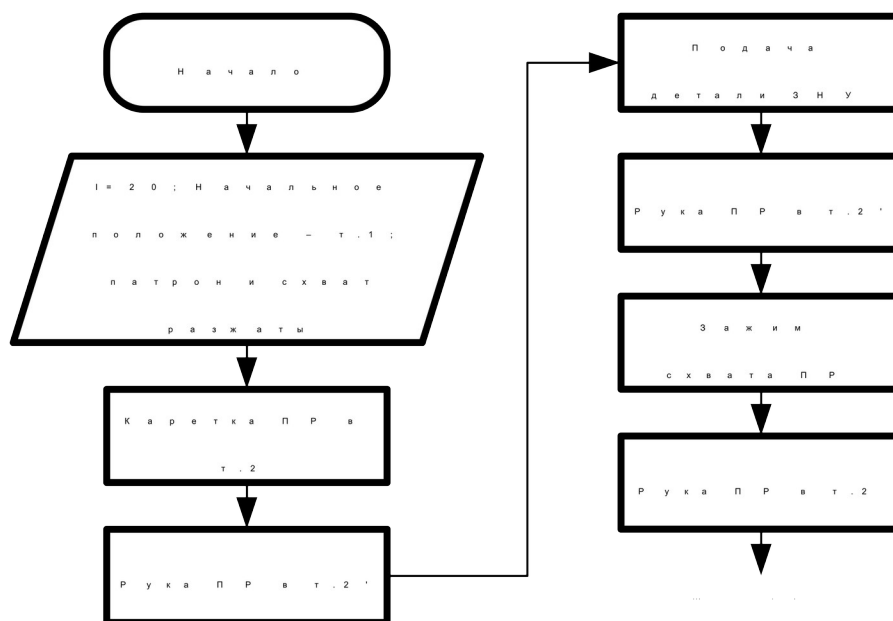


Рис.8. Блок-схема работы РТК

7. Анализ временной структуры работы РТК или ГПМ

Взаимодействие процессов во времени происходит при обработке заготовок на проектируемом участке. При этом временные связи должны быть спроектированы так, чтобы обеспечить минимальное время выполнения всего задания за планируемый период.

Время для обработки детали определяется по приведенной зависимости:

$$T_{\Sigma} = t_{рез.} + t_{зпд.} + t_{рпд.} + t_{пер.} + t_{под.} + t_{ус.д.} + t_{с.д.} + t_{чч.} + t_o + t_{прост.} + t_{перед.}$$

где:

$t_{рез.}$ – время резания

$t_{зпд.}$ – время загрузки партии деталей

$t_{рпд.}$ – время разгрузки партии деталей

$t_{пер.}$ – время переналадки станка

$t_{под.}$ – время подналадки станка

$t_{ус.д.}$ – время установки детали;

$t_{снят.д.}$ – время снятия детали;

$t_{чч.}$ – время чтения чертежа;

t_o – время отдыха;

$t_{прост.}$ – время простоя

$t_{перед.}$ – время передвижения робота

С целью упрощения примем:

$$T_{\Sigma} = t_{рез.} + t_{пер.} + t_{ус.д.} + t_{с.д.} + t_{перед.}$$

8. Разработка циклограммы работы РТК или ГПМ

По сравнению с размерными цепями во временных цепях в качестве составляющих звеньев рассматривают длительности отдельных событий. При этом, если события некоторого процесса несовместимы, то длительности этих событий составляют последовательную временную цепь. Если же события некоторого процесса совместимы, то длительности событий составляют параллельную временную цепь. Последовательность и длительность циклически повторяющихся событий графически представляются циклограммой работы.

При построении циклограммы работы РТК или ГПМ необходимо отразить все элементы ГПМ или РТК, их движения. Масштаб циклограммы допускается отражать приближенным. На рис.9 представлен пример циклограммы.

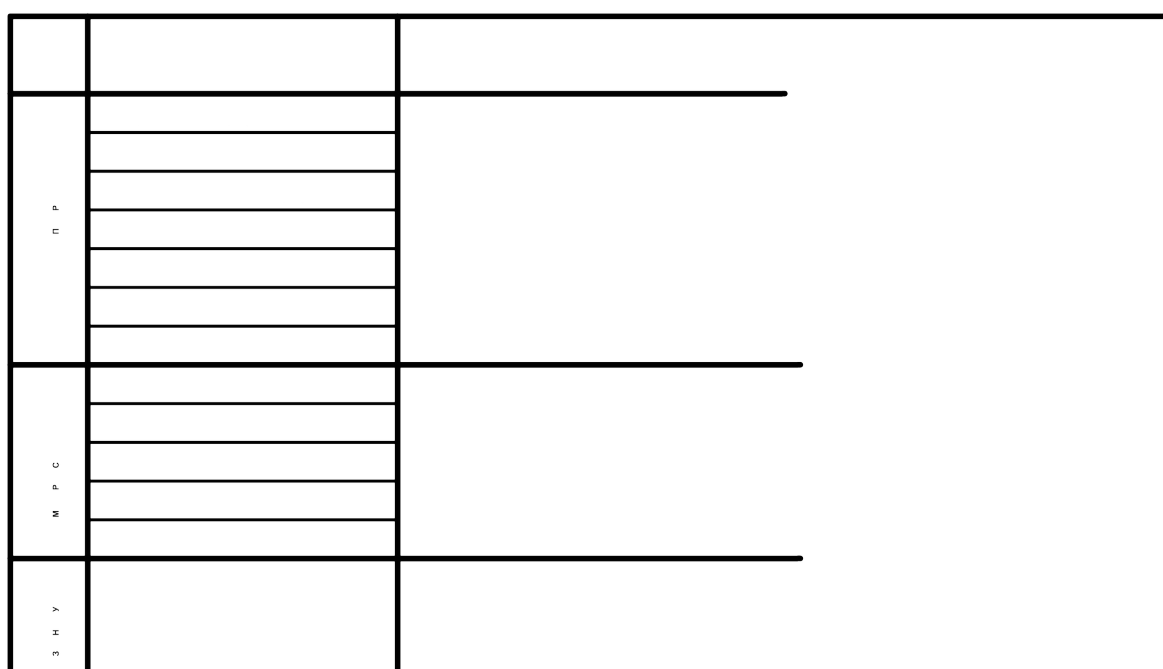
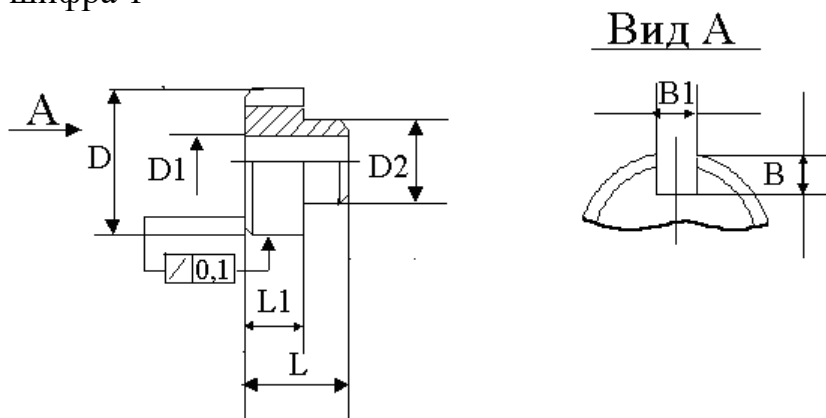


Рис.9. Пример оформления циклограммы

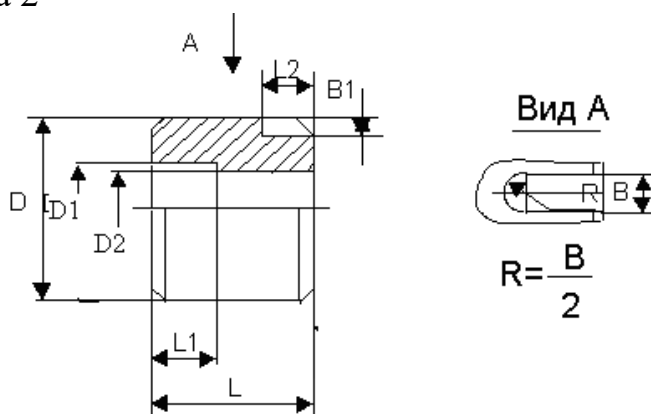
4. Варианты заданий

Первая цифра шифра 1



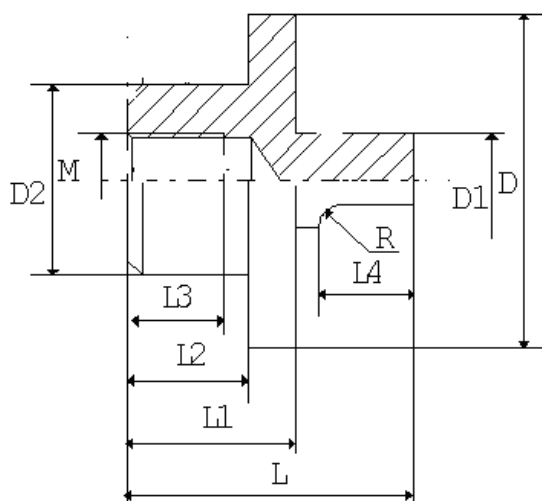
Обозначение	Размерность	Вторая цифра шифра									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
D	мм	50	16	50	160	206	100	250	70	120	80
D1	мм	18	8	25	80	100	40	180	15	30	10
L	мм	35	15	200	32	125	100	50	80	200	150
B1	мм	16	3	8	32	40	6	45	6	12	8

Первая цифра шифра 2



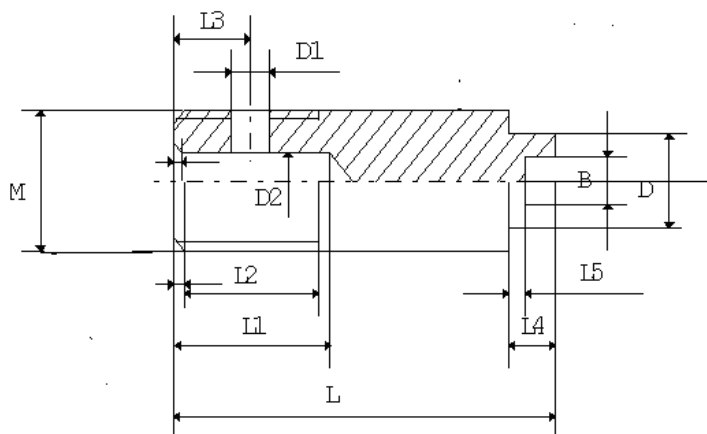
Обозначение	Размерность	Вторая цифра шифра									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
L	мм	50	200	62	42	125	40	25	160	80	16
D	мм	60	40	160	56	200	62	125	145	100	80
D2	мм	25	20	68	38	68	40	50	72	60	40
B	мм	16	12	50	5	60	8	30	8	20	15

Первая цифра шифра 3



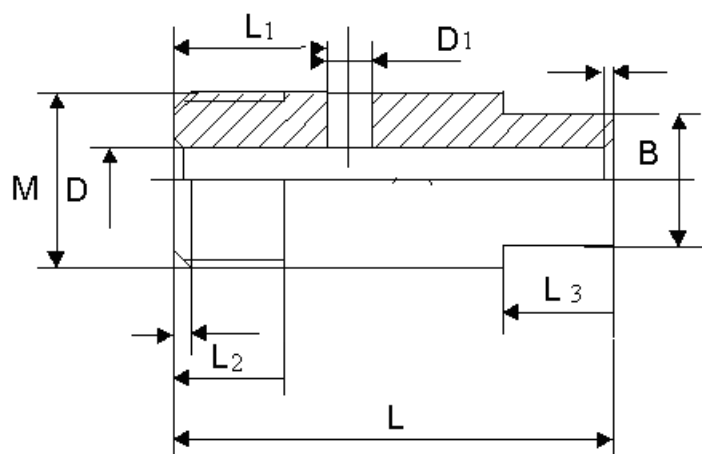
Обозначение	Размерность	Вторая цифра шифра									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
L	мм	60	200	52	45	125	40	65	160	80	76
L3	мм	20	30	22	16	25	20	25	80	32	20
D	мм	80	62	153	98	260	78	80	56	80	70
M	мм	20	12	36	14	56	12	24	10	16	22

Первая цифра шифра 4



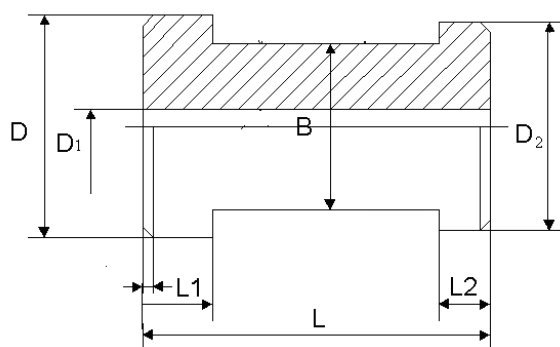
Обозначение	Размерность	Вторая цифра шифра									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
L	мм	100	125	75	82	200	96	90	160	75	80
L3	мм	30	40	15	18	50	14	32	30	16	18
D1	мм	10	20	8	13	10	10	25	30	18	25
M	мм	50	80	28	56	25	64	60	60	36	64

Первая цифра шифра 5



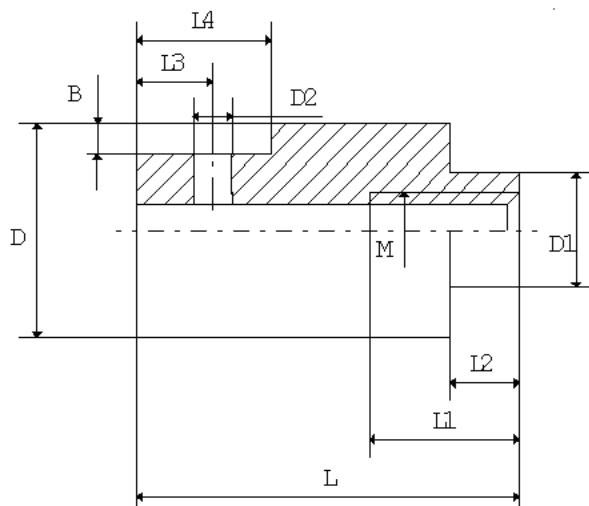
Обозначение	Размерность	Вторая цифра шифра										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	
L	мм	100	90	180	200	100	90	160	80	100	200	
L2	мм	25	40	40	50	20	60	60	40	24	18	
D	мм	15	32	40	20	12	50	40	32	20	12	
M	мм	40	60	90	56	36	90	60	72	48	36	

Первая цифра шифра 6



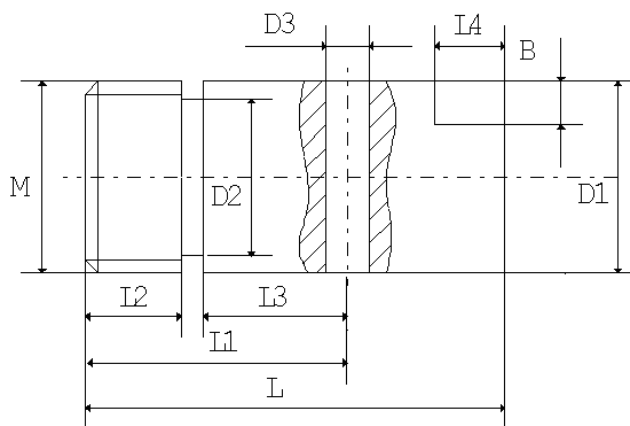
Обозначение	Размерность	Вторая цифра шифра										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	
L	мм	50	60	50	100	150	100	40	100	120	150	
D	мм	52	72	100	64	80	70	82	80	60	80	
D1	мм	16	20	20	30	40	10	15	20	18	32	
B	мм x мм	24	48	70	48	67	38	64	40	30	64	

Первая цифра шифра 7



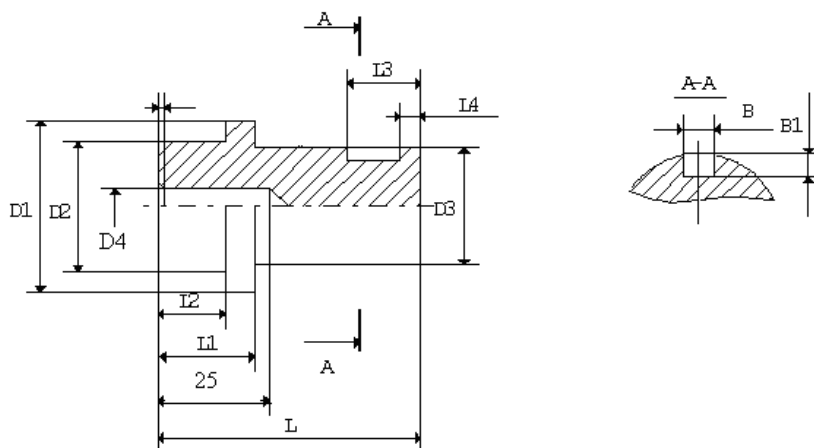
Обозначение	Размерность	Вторая цифра шифра									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
L	мм	110	90	100	130	140	60	200	90	120	150
D	мм	50	80	100	180	150	100	100	50	80	70
D2	мм	6	10	12	8	14	10	14	8	4	5
B	мм	4	6	8	6	12	5	10	8	4	6

Первая цифра шифра 8



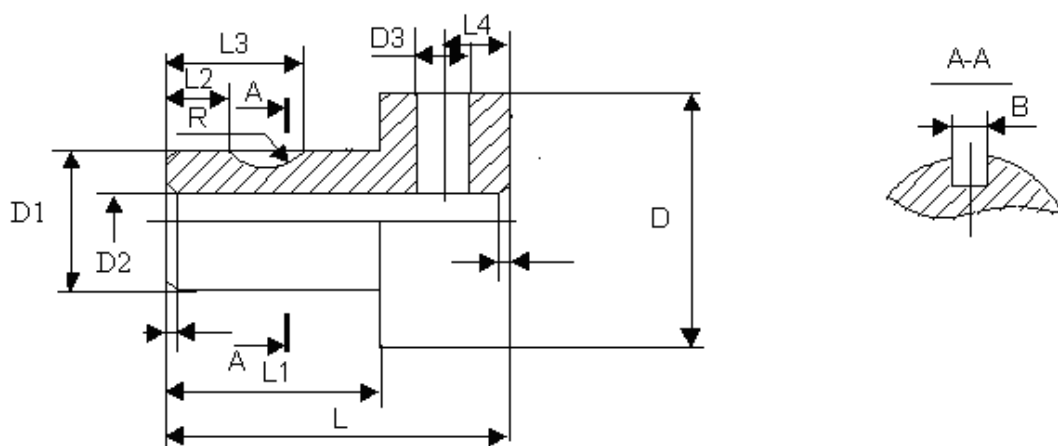
Обозначение	Размерность	Вторая цифра шифра									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
L	мм	90	120	200	180	120	180	100	160	120	80
B	мм	7	12	14	16	20	25	10	8	6	9
D1	мм	30	42	30	60	40	100	30	70	14	160
D3	мм	8	6	10	9	6	8	5	8	7	10

Первая цифра шифра 9



Обозначение	Размерность	Вторая цифра шифра									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
L	мм	70	64	90	120	98	140	80	200	160	100
D1	мм	60	100	90	110	72	140	180	90	64	160
D2	мм	40	56	48	42	64	60	72	64	48	56
B1	мм	6	8	10	6	10	6	12	10	8	6

Первая цифра шифра 0



Обозначение	Размерность	Вторая цифра шифра									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
L	мм	120	125	90	82	200	76	80	160	250	80
D	мм	80	200	155	160	60	80	100	75	125	92
R	мм	70	60	20	22	46	38	48	32	58	50
B	мм	5	12	6	3	5	6	8	4	7	5

Пример оформления списка используемой литературы

1. Куликова, Е. А. Автоматизация производственных процессов в машиностроении : учебник и практикум для вузов / Е. А. Куликова, А. Б. Чуваков, А. Н. Петровский. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 252 с.
2. Рогов, В. А. Средства автоматизации и управления : учебник для вузов / В. А. Рогов, А. Д. Чудаков. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 352 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09060-4.
3. Чуваков, А. Б. Основы подготовки технологических операций на обрабатывающих станках с ЧПУ : учебник для вузов / А. Б. Чуваков. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 199 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14466-6.
4. Колошкина, И. Е. Основы программирования для станков с ЧПУ : учебное пособие для среднего профессионального образования / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 260 с.
5. Куликова, Е. А. Автоматизация производственных процессов в машиностроении : учебник и практикум для вузов / Е. А. Куликова, А. Б. Чуваков, А. Н. Петровский. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 252 с.
6. Куликова, Е. А. Автоматизация производственных процессов в машиностроении : учебник и практикум для вузов / Е. А. Куликова, А. Б. Чуваков, А. Н. Петровский. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 252 с.
7. Гаршин, А. П. Материаловедение в 3 т. Том 2. Технология конструкционных материалов: абразивные инструменты : учебник для вузов / А. П. Гаршин, С. М. Федотова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023.
8. Резание материалов. Режущий инструмент в 2 ч. Часть 1 : учебник для вузов / С. Н. Григорьев [и др.] ; под общей редакцией Н. А. Чемборисова. — Москва : Издательство Юрайт, 2023.
9. Украженко, К. А. Инструментальные системы машиностроительных производств : учебное пособие для вузов / К. А. Украженко. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 235 с.
10. Гуртяков, А. М. Металлорежущие станки. Расчет и проектирование : учебное пособие для вузов / А. М. Гуртяков. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2024.
11. Ярушин, С. Г. Технологические процессы в машиностроении : учебник для вузов / С. Г. Ярушин. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 564 с.
12. Шишмарёв, В. Ю. Организация и планирование автоматизированных производств : учебник для вузов / В. Ю. Шишмарёв. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 318 с.

ОТЗЫВ

на курсовую работу

Студент _____

Курс _____, группа _____, _____ формы обучения

Направление подготовки _____

Направленность (профиль) программы _____

Дисциплина _____

Наименование темы _____

Руководитель _____

1. Представленная работа состоит из: введения, _____ глав основной части, заключения и списка использованной литературы _____

2. Оценка качества выполнения курсовой работы

№ п/п	Критерии оценки	Оценка (по 5-балльной шкале)
2.1.	Актуальность тематики работы	
2.2.	Логичность и структурированность работы	
2.3	Самостоятельность изложения и обобщения материала, интерпретации полученных результатов, обоснованность выводов	
2.4	Характеристика использования в работе исследовательского инструментария (анализа, синтеза, статистико-математической методологии, пакетов прикладных программ и т.п.)	
2.5	Качество проведенного исследования (полнота обзора источников, обоснованность гипотез, выбранных методов исследования и данных для анализа)	
2.6	Результаты работы (новизна, теоретическая и практическая значимость и применимость)	
2.7.	Качество оформления работы (общий уровень грамотности, стиль изложения, качество иллюстраций, соответствие требованиям по оформлению)	
2.8	Оценка оформления работы в соответствии с требованиями, содержащимися в Методических указаниях по выполнению курсового проекта	
2.9	Использование в работе соответствующих направлению исследования источников литературы, результатов научных исследований	
Рекомендуемая оценка за работу (не обязательно среднее арифметическое из данных оценок)		

3. Замечания по подготовке и выполнению курсовой работы

4. Курсовая работа соответствует (не соответствует) предъявляемым требованиям, компетенции сформированы (не сформированы), заслуживает (не заслуживает) положительной оценки и может (не может) быть допущена к защите (нужное подчеркнуть)

5. Дополнительные комментарии к работе

« ____ » « ____ » 202__ г.

(подпись руководителя)