



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

УТВЕРЖДАЮ  
Зам. директора по учебной работе  
\_\_\_\_\_ С.В. Маркина  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022

## МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ СТАНКИ

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для выполнения домашних контрольных работ  
для учащихся специальности

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

\_\_\_\_\_ заочная \_\_\_\_\_  
(форма обучения)

Разработал: Н.И. Тухто, преподаватель Филиала Учреждения образования «Брестский государственный технический университет» Политехнический колледж

Методические указания разработаны на основании учебной программы, утвержденной первым проректором Учреждения образования «Брестский государственный технический университет» 12.07.2022 г.

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

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ Протокол № \_\_\_\_\_

Председатель цикловой комиссии \_\_\_\_\_ Е.А. Василевская

## Содержание

Введение	4
1. Требования к оформлению домашней контрольной работы	5
2. Тематический план	6
3. Содержание программы	8
4. Контрольная работа №1	25
5. Варианты заданий для выполнения контрольной работы № 1	37
6. Контрольная работа №2	38
7. Варианты заданий для выполнения контрольной работы № 2	48
8. Показатели оценки домашних контрольных работ	49
Приложения	50
Список использованных источников	52

## Введение

Программой учебного предмета «Металлорежущие станки» предусматривается изучение вопросов, связанных с назначением, устройством, наладкой и эксплуатацией металлорежущих станков.

Изучение предмета основывается на знаниях, полученных учащимися при изучении предметов «Технология машиностроения», «Технологическая оснастка», «Обработка материалов и инструмент», «Гидропривод и гидропневмоавтоматика», «Техническое обслуживание и наладка станков с ПУ и РТК», «Технология станкостроения».

Основная цель изучения предмета - формирование у учащихся знаний об устройстве, технологической наладке и эксплуатации металлорежущих станков.

При выполнении лабораторных и практических работ учащиеся должны приобрести навыки чтения и составления кинематических схем узлов металлорежущих станков, подбора сменных колес гитар коробки подач, анализа устройства основных узлов станков с числовым программным управлением.

При изложении учебного материала необходимо строго соблюдать единство терминологии и обозначений технических величин согласно стандартам, размерности приводить в международной системе единиц (СИ).

В результате изучения дисциплины учащийся *должен знать на уровне представления:*

основные направления и перспективы развития металлорежущего оборудования;

номенклатуру и технологические возможности каждого вида металлорежущих станков;

общие вопросы обеспечения технико-экономических показателей и критериев работоспособности металлорежущих станков;

*знать на уровне понимания:*

устройство, технологические возможности, наладку и правила эксплуатации металлорежущих станков;

конструкции типовых узлов металлорежущих станков;

причины сбоев, проблем, штатные и нештатные рациональные приемы их устранения;

*уметь:*

составлять спецификацию станочных узлов и технологической оснастки;

выполнять наладку металлорежущих станков;

подбирать аналогичное станочное оборудование и технологическую оснастку для конкретного технологического процесса, в случае отказа в работе заданного технологического оборудования;

обеспечивать рациональную эксплуатацию станочного оборудования.

Основная форма изучения учебной дисциплины «Металлорежущие станки» - самостоятельная работа учащегося над рекомендуемой учебной литературой.

## 1. Требования к оформлению домашней контрольной работы

При изучении учебного предмета «Металлорежущие станки» учащиеся выполняют две контрольные работы. В каждой контрольной работе предлагается два теоретических вопроса и для решения три задачи.

Вариант контрольного задания определяется по двум последним цифрам шифра (номера зачётной книжки) учащегося. Например, учащийся, имеющий шифр 1234, выполняет вариант 34 (см. таблицу вариантов контрольной работы).

При оформлении работ следует придерживаться следующих требований:

1. Контрольная работа выполняется на стандартных листах формата А4 с пронумерованными страницами одним из следующих способов:

- машинописным; текст печатается на одной стороне листа через 1 (один) интервал, шрифт 14,

- рукописным чертёжным шрифтом по ГОСТ 2.304 с высотой букв и цифр не менее 2,5 мм; следует писать чётко, чёрной пастой, тушью или чернилами;

- машинным, с применением печатающих и графических устройств вывода ЭВМ. Текст печатается через один интервал, размер шрифта 14.

2. Контрольная работа включает:

- титульный лист;

- содержание;

- основную часть;

- список использованных источников.

3. Титульный лист является первым листом и оформляется в соответствии с приложением Д Стандарта предприятия СТО ТУПК 001-2017.

4. Текстовая часть домашней контрольной работы также оформляется в соответствии со Стандартом предприятия СТО ТУПК 001-2017.

5. Последовательность заполнения листов домашней контрольной работы должна выдерживаться в соответствии с заданием. Условие каждого задания должно быть приведено полностью.

6. Все рисунки и таблицы должны быть пронумерованы сквозной нумерацией.

7. После выполнения последнего задания должен быть приведен список использованных источников.

8. Домашняя контрольная работа помещается в папку с верхним прозрачным листом, либо в папку-скоросшиватель, либо листы работы могут быть скреплены с помощью степлера или ниток.

## 2. Тематический план

Раздел, тема	Количество учебных часов		
	Всего	В том числе	
		на лабораторные занятия	на практические занятия
1	2	3	4
Введение	1		
<b>Раздел I. Общие сведения о металлорежущих станках</b>	17	4	2
1.1 Классификация металлорежущих станков	1		
1.2 Типовые механизмы металлорежущих станков	12		
<i>Лабораторная работа №1</i>		4	
Составление (с натуры) кинематической схемы коробки скоростей металлорежущего станка			
1.3 Наладка металлорежущих станков по кинематической схеме	4		
<i>Практическая работа №1</i>			2
Подбор сменных зубчатых колес гитар металлорежущих станков			
<b>Раздел II. Станки с программным управлением</b>	6		
2.1 Назначение станков с программным управлением	2		
2.2 Цикловое программное управление	2		
2.3 Числовое программное управление	2		
<b>Раздел III. Конструкция, кинематика и настройка металлорежущих станков</b>	82	28	
3.1 Токарно-винторезные станки	8		
<i>Лабораторная работа №2</i>		4	
Исследование устройства и работы основных узлов токарно-винторезного станка. Расчет настройки станка			
3.2 Токарные лобовые и карусельные станки	2		
3.3 Токарно-револьверные станки	2		
3.4 Токарные автоматы и полуавтоматы	4		
3.5 Токарные станки с ЧПУ	8		
<i>Лабораторная работа №3</i>		4	
Исследование устройства и работы основных механизмов токарного станка с ЧПУ			
3.6 Сверлильные и расточные станки	2		
3.7 Сверлильные и расточные станки с ЧПУ	6		
<i>Лабораторная работа №4</i>		4	
Исследование устройства и работы основных механизмов вертикально-сверлильного станка с ЧПУ			
3.8 Фрезерные станки. Делительные головки	6		
<i>Лабораторная работа №5</i>		4	
Исследование устройства и работы основных механизмов фрезерного станка. Расчет настройки фрезерного станка и делительной головки на обработку зубчатого колеса			
3.9 Фрезерные станки с ЧПУ	6		

1	2	3	4
<i>Лабораторная работа №6</i>		4	
Исследование устройства и работы основных механизмов фрезерного станка с ЧПУ			
3.10 Резьбообрабатывающие станки	2		
3.11 Стругальные, долбежные и протяжные станки	2		
3.12 Шлифовальные, полировальные и доводочные станки	4		
3.13 Шлифовальные станки с ЧПУ	2		
3.14 Зубообрабатывающие станки	10		
<i>Лабораторная работа №7</i>		4	
Исследование устройства и работы основных механизмов зубообрабатывающего станка. Расчет настройки станка на обработку зубчатого колеса			
3.15 Зубообрабатывающие станки с ЧПУ	2		
3.16 Агрегатные станки	2		
3.17 Агрегатные станки с ЧПУ	2		
3.18 Многоцелевые станки с ЧПУ	8		
<i>Лабораторная работа №8</i>		4	
Исследование устройства и работы основных механизмов многоцелевого станка с ЧПУ			
3.19 Станки для электрофизических и электрохимических методов обработки	2		
<b>Раздел IV. Автоматизированное производство</b>	4		
4.1 Автоматические линии	2		
4.2 Гибкие производственные системы	2		
<b>Раздел V. Эксплуатация металлорежущих станков</b>	6	4	
<i>Лабораторная работа №9</i>		4	
Проверка геометрической точности металлорежущего станка			
<b>Итого</b>	<b>116</b>	<b>36</b>	<b>2</b>

### 3. Содержание программы

Цели изучения раздела, темы	Содержание раздела, темы	Результат
<p>Ознакомить учащихся с целями и задачами предмета, с назначением металлорежущих станков и историей их развития</p>	<p style="text-align: center;"><b>Введение</b></p> <p>Цели и задачи предмета «Металлорежущие станки», его связь с другими дисциплинами учебного плана.</p> <p>Назначение металлорежущих станков. История их развития. Значение станкостроительной отрасли в экономике Республики Беларусь</p>	<p>Высказывает общее суждение о целях и задачах предмета, его роли в подготовке специалиста, о назначении металлорежущих станков и истории их развития</p>
<p><b>РАЗДЕЛ I. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКАХ</b></p>		
<p><b>Тема 1.1 Классификация металлорежущих станков</b></p>		
<p>Дать понятие о классификации металлорежущих станков, видах движений в станках, технико-экономических показателях, типах приводов металлорежущих станков.</p> <p>Развить умение расшифровывать обозначения металлорежущих станков, читать обозначения типовых передач на кинематических схемах</p>	<p>Классификация металлорежущих станков по технологическому назначению, специализации, классу точности, массе, степени автоматизации и другим признакам. Классификация движений в металлорежущих станках. Основные (рабочие) и вспомогательные движения.</p> <p>Технико-экономические показатели станков: точность, производительность, надежность, гибкость, эффективность. Назначение и типы приводов металлорежущих станков. Типовые передачи, применяемые в приводах, их обозначение на кинематических схемах согласно ГОСТ 2.770-68 (2000). Определение передаточных отношений основных видов переда</p>	<p>Излагает классификацию станков по различным признакам. Описывает виды движений в станках, технико-экономические показатели, типы приводов металлорежущих станков.</p> <p>Расшифровывает обозначения металлорежущих станков, читает кинематические схемы, определяет передаточные отношения передач</p>



Цели изучения раздела, темы	Содержание раздела, темы	Результат
<p>Дать понятие о типовых механизмах металлорежущих станков, о приводах главного движения, подач и основных требованиях, предъявляемых к ним</p> <p>Научить составлять кинематическую схему коробки скоростей станка</p>	<p><b>Тема 1.2 Типовые механизмы металлорежущих станков</b></p> <p>Станины, их назначение, типы и конструкция. Требования, предъявляемые к станинам, материалы для их изготовления. Направляющие скольжения и качения, их назначение, конструкция. Защита и смазка направляющих. Коробки скоростей: назначение, типы, компоновка. Коробки подач: назначение и типы. Муфты, их назначение. Конструкции постоянных, сцепных, предохранительных муфт и муфт обгона. Тормозные устройства: назначение, принцип работы, конструкция. Реверсивные, планетарные, дифференциальные механизмы: назначение, конструкция. Храповые, мальтийские, кривошипно-шатунные, кулисные, кулачковые механизмы: назначение, конструкция. Блокировочные механизмы: назначение, конструкция. Шпиндельные узлы и их опоры</p> <p style="text-align: center;"><i>Лабораторная работа № 1</i></p> <p>Составление (с натуры) кинематической схемы коробки скоростей станка</p>	<p>Объясняет назначение типовых механизмов металлорежущих станков, их конструкцию и принцип работы, раскрывает сущность приводов главного движения и подач металлорежущих станков</p> <p>Составляет кинематическую схему коробки скоростей станка.</p>
<p>Сформировать понятие о методике кинематической наладки металлорежущих станков.</p>	<p><b>Тема 1.3 Наладка металлорежущих станков по кинематической схеме</b></p> <p>Кинематические схемы станков. Условные обозначения элементов кинематических схем. яды частот вращения шпинделей, двойных ходов и ряды подач в станках. Относительная потеря скорости. Диапазон регулирования. Нормальные ряды частот</p>	<p>Излагает методику кинематической наладки станков.</p> <p>Читает кинематические схемы, составляет уравнения кинематического баланса</p>

Цели изучения раздела, темы	Содержание раздела, темы	Результат
<p>Научить читать кинематические схемы, составлять уравнения</p> <p>Сформировать умение подбирать сменные зубчатые колеса различными методами</p>	<p>вращения и подач. Знаменатель геометрического ряда и его стандартные значения.</p> <p>Методика кинематической наладки металлорежущих станков. Уравнения кинематического баланса. Множительные механизмы в виде гитар сменных колес. Условия сцепляемости. Методы подбора сменных колес гитар. Наборы сменных колес</p> <p style="text-align: center;"><i>Практическая работа № 1</i></p> <p>Подбор сменных зубчатых колес гитар металлорежущих станков</p>	<p>Подбирает сменные зубчатые колеса различными методами</p>
<b>РАЗДЕЛ II. СТАНКИ С ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ</b>		
<b>Тема 2.1 Назначение станков с программным управлением</b>		
<p>Сформировать представление об истории создания станков с ПУ.</p> <p>Дать понятие о программном управлении, назначении, конструктивных особенностях, принципе действия станков с ПУ, о классификации систем ПУ.</p>	<p>Суть понятия «программное управление». Краткая история создания станков с программным управлением (ПУ). Перспективы их развития.</p> <p>Назначение и конструктивные особенности станков с ПУ. Принцип действия станков с ПУ.</p> <p>Классификация систем ПУ и их обозначение в моделях станков</p>	<p>Высказывает общее суждение об истории создания станков с ПУ, о перспективах их развития. Описывает различные типы ПУ, излагает конструктивные особенности станков с ПУ, объясняет принцип их действия. Расшифровывает обозначения систем ПУ</p>
<b>Тема 2.2 Цикловое программное управление</b>		
<p>Сформировать представление о ЦПУ, его назначении, области применения, основных устрой-</p>	<p>Назначение и область применения циклового программного управления (ЦПУ). Функциональная схема ЦПУ. Устройства задания программы: кулачковые командоаппараты, штекерные панели.</p>	<p>Высказывает общее суждение о ЦПУ, его назначении, области применения. Различает основные устройства ЦПУ.</p>

Цели изучения раздела, темы	Содержание раздела, темы	Результат
<p>ствах</p> <p>Дать представление о программоносителях, приводах станков с ЧПУ. Сформировать понятие о ЧПУ, о конструктивных особенностях станков с ЧПУ и классификации систем ЧПУ</p>	<p>Устройства размерной наладки станка. Программируемые контроллеры, назначение и область их применения</p> <p><b>Тема 2.3 Числовое программное управление</b></p> <p>Сущность числового программного управления. Программоносители и их виды. Способы записи и считывания информации. Конструктивные особенности станков с ЧПУ, их компоновка. Требования, предъявляемые к базовым деталям механизмов привода главного движения и подачи, вспомогательных механизмов (револьверных головок, автооператоров, инструментальных магазинов). Системы ЧПУ. Классификация систем ЧПУ: позиционные, контурные, комбинированные, их обозначение. Системы разомкнутые, замкнутые и адаптивные. Приводы станков с ЧПУ: шаговые, следящие. Регулируемые приводы главного движения, подач, вспомогательных перемещений. Оси координат в станках с ЧПУ</p>	<p>Различает по очевидным признакам вид программоносителя, приводы станков с ЧПУ. Объясняет принцип действия ЧПУ. Характеризует различные типы систем ЧПУ, объясняет их преимущества и недостатки</p>
<p><b>РАЗДЕЛ III. КОНСТРУКЦИЯ, КИНЕМАТИКА И НАСТРОЙКА МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ</b></p>		
<p><b>Тема 3.1 Токарно-винторезные станки</b></p>		
<p>Дать понятие о классификации станков токарной группы. Сформировать понятие о токарно-винторезных станках: назначении, технических характеристиках, основных движениях, узлах и механизмах</p>	<p>Классификации станков токарной группы. Назначение, область применения, технические характеристики токарно-винторезных станков. Работы, выполняемые на них. Токарно-винторезный станок типа 16К20. Назначение, основные узлы, кинематика станка. Настройка станка на нарезание различных видов резьбы, обработку конусов и фасонных поверхностей</p>	<p>Классифицирует станки токарной группы по различным признакам. Излагает технические характеристики, объясняет назначение, устройство и станков конструктивные особенности механизмов и узлов токарно-винторезных</p>

Цели изучения раздела, темы	Содержание раздела, темы	Результат
<p>Научить анализировать устройство и работу основных узлов токарно-винторезного станка, выполняет наладку станка на обработку заданной детали</p>	<p style="text-align: center;"><i>Лабораторная работа № 2</i></p> <p>Исследование устройства и работы основных узлов токарно-винторезного станка. Расчет настройки станка</p>	<p>Анализирует устройство станка, работу его узлов. Выполняет необходимые расчеты для наладки станка</p>
<p>Сформировать понятие о лобовых и карусельных станках, принципе их работы, основных механизмах, кинематике, наладке</p>	<p style="text-align: center;"><b>Тема 3.2 Токарные лобовые и карусельные станки</b></p> <p>Лобовые токарные станки, их устройство, принцип работы, назначение, область применения, классификация.</p> <p>Карусельные станки, их устройство, назначение, область применения, классификация</p>	<p>Объясняет устройство лобовых и карусельных станков, принцип их работы, область применения</p>
<p>Дать понятие о назначении токарно-револьверных станков, основных его узлах и принципе работы</p>	<p style="text-align: center;"><b>Тема 3.3 Токарно-револьверные станки</b></p> <p>Назначение, область применения токарно-револьверных станков. Виды выполняемых на них работ. Основные узлы, принцип работы токарно-револьверного станка</p>	<p>Поясняет назначение и область применения токарно-револьверных станков, описывает их основные узлы, принцип работы</p>
<p>Дать понятие об автоматах и полуавтоматах, их классификации.</p> <p>Сформировать понятие об основных узлах, принципе работы, кинематике и наладке токарных автоматов и полуавтоматов</p>	<p style="text-align: center;"><b>Тема 3.4 Токарные автоматы и полуавтоматы</b></p> <p>Суть понятий «автомат», «полуавтомат». Классификация токарных автоматов и полуавтоматов, область их применения. Одношпиндельный токарно-револьверный автомат типа 1Б140, его назначение, основные узлы, принцип работы, кинематика, наладка. Вертикальный многошпиндельный полуавтомат типа 1К282, его назначение, основные узлы, принцип работы, технические характеристики</p>	<p>Раскрывает суть понятий «автомат», «полуавтомат». Описывает токарные автоматы и полуавтоматы по различным признакам, излагает их технические характеристики, принцип работы. Раскрывает технологические возможности автоматов и полуавтоматов</p>

Цели изучения раздела, темы	Содержание раздела, темы	Результат
<p>Сформировать понятие о назначении, области применения, классификации, технических характеристиках, основных движениях, основных узлах и механизмах, наладке токарных станков с ЧПУ.</p> <p>Сформировать понятие о конструктивных особенностях токарных станков с ЧПУ</p> <p>Сформировать умение анализировать кинематику, устройство и режимы работы токарного станка с ЧПУ</p>	<p align="center"><b>Тема 3.5 Токарные станки с ЧПУ</b></p> <p>Назначение, область применения, классификация токарных станков с ЧПУ. Выполняемые на них работы. Конструктивные особенности основных механизмов токарных станков с ЧПУ.</p> <p>Токарный станок с ЧПУ типа 16К20Ф3 (или 16К20Т1). Назначение, технические характеристики, устройство числового программного управления, основные узлы, кинематика, наладка станка.</p> <p>Токарный многоцелевой станок типа 1П420ПФ30. Назначение, технические характеристики, система ЧПУ, используемая на станке, основные узлы, наладка</p> <p align="center"><i>Лабораторная работа № 3</i></p> <p>Исследование устройства и работы основных механизмов токарного станка с ЧПУ</p>	<p>различных, типов, поясняет область их применения</p> <p>Описывает устройство, назначение, конструктивные особенности механизмов и узлов, описывает технологические возможности токарных станков с ЧПУ различных типов, область их применения.</p> <p>Раскрывает конструктивные особенности токарных станков с ЧПУ, поясняет область применения устройств ЧПУ и их технические характеристики</p> <p>Анализирует кинематику, устройство и режимы работы токарного станка с ЧПУ</p>
<p>Дать понятие о классификации станков сверлильно-расточной группы, их назначении, технических характеристиках, основных движениях, узлах, механизмах</p>	<p align="center"><b>Тема 3.6 Сверлильные и расточные станки</b></p> <p>Классификация станков сверлильно-расточной группы, их назначение и область применения.</p> <p>Вертикально-сверлильный станок модели 2Н135, его технические характеристики, основные узлы, кинематика. Настройка кинематических цепей главного движения и движения</p>	<p>Излагает классификацию станков сверлильно-расточной группы, их назначение.</p> <p>Описывает технические харак-</p>

Цели изучения раздела, темы	Содержание раздела, темы	Результат
<p>Дать понятие о классификации станков сверлильно-расточной группы с ЧПУ, их назначении, технических характеристиках, основных движениях, основных узлах и механизмах, их наладке.</p> <p>Сформировать понятие о конструктивных особенностях станков сверлильно-расточной группы с ЧПУ, применяемых устройствах ЧПУ и их технических характеристиках</p>	<p>Радиально-сверлильный станок модели 2554, его технические характеристики, основные узлы, кинематика. Настройка кинематических цепей главного движения и движения подачи. Горизонтально-расточные станки, работы, выполняемые на них. Горизонтально-расточной станок модели 2А620. Его назначение, технические характеристики, основные узлы, кинематика. Настройка кинематических цепей основных движений.</p> <p>Алмазно-расточные, координатно-расточные станки, работы, выполняемые на них</p> <p><b>Тема 3.7 Сверлильные и расточные станки с ЧПУ</b></p> <p>Классификация станков сверлильно-расточной группы с ЧПУ. Назначение и область применения станков. Типы станков, их конструктивные особенности; повышение точности и качества обработки, расширение технологических возможностей. Устройства ЧПУ, используемые в станках.</p> <p>Вертикально-сверлильный станок с ЧПУ модели 2Р135Ф2. Его назначение, технические характеристики, компоновка, виды движений, используемые устройства ЧПУ. Наладка станка.</p> <p>Горизонтально-расточный станок с ЧПУ модели 2А622Ф2-1. Его назначение, технические характеристики, компоновка, виды движений, используемые устройства ЧПУ. Кинематика станка, конструкция основных его механизмов</p>	<p>теристики, назначение, устройство и конструктивные особенности.</p> <p>Излагает технологические возможности станков различных типов, поясняет область их применения</p> <p>Излагает классификацию станков сверлильно-расточной группы с ЧПУ, описывает их технические характеристики, технологические возможности станков различных типов, поясняет область их применения.</p> <p>Освещает конструктивные особенности сверлильно-расточных станков с ЧПУ, используемые устройства ЧПУ, их технические характеристики</p>

Цели изучения раздела, темы	Содержание раздела, темы	Результат
<p>Развить умение анализировать устройство и работу вертикально-сверлильного станка с ЧПУ</p> <p>Дать понятие о классификации фрезерных станков, их назначении, технических характеристиках, основных движениях, основных узлах и механизмах, о приспособлениях, расширяющих технологические возможности станков.</p>	<p>Координатно-расточные станки с ЧПУ. Координатно-расточный станок с ЧПУ модели 2Д450Ф2: назначение, технические характеристики, компоновка, виды движений. Устройства ЧПУ, используемые в станке. Наладка станка. Кинематика станка, конструкция основных его механизмов.</p> <p>Перспективы развития сверлильных и расточных станков с ЧПУ</p> <p><i>Лабораторная работа № 4</i></p> <p>Исследование устройства и работы основных механизмов вертикально-сверлильного станка с ЧПУ</p> <p><b>Тема 3.8 Фрезерные станки. Делительные головки</b></p> <p>Классификация фрезерных станков, их назначение и область применения. Конструктивные особенности фрезерных станков.</p> <p>Универсальный фрезерный станок модели 6Т82. Его назначение, технические характеристики, основные узлы, кинематика. Настройка кинематических цепей основных движений станка.</p> <p>Приспособления, расширяющие технологические возможности фрезерных станков: приставки, столы, делительные головки. Классификация делительных головок: простые (для непосредственного деления), универсальные (лимбовые, безлимбовые), оптические. Универсальные делительные головки</p>	<p>Анализирует устройство и работу вертикально-сверлильного станка с ЧПУ</p> <p>Излагает классификацию фрезерных станков, их технические характеристики, объясняет назначение, устройство и конструктивные особенности механизмов и узлов. Освещает технологические возможности станков различных типов, поясняет область их применения</p>

Цели изучения раздела, темы	Содержание раздела, темы	Результат
<p>Развить умение анализировать устройство и работу фрезерного станка. Научить производить наладку станка и делительной головки на обработку зубчатого колеса</p>	<p>для простого и дифференциального деления. Настройка лимбовых делительных головок на непосредственное, простое, дифференциальное деление <i>Лабораторная работа № 5</i> Исследование устройства и работы основных механизмов фрезерного станка. Расчет настройки фрезерного станка и делительной головки на обработку зубчатого колеса.</p>	<p>Анализирует устройство и работу фрезерного станка. Осуществляет наладку станка и делительной головки на обработку зубчатого колеса</p>
<p>Дать понятие о классификации фрезерных станков с ЧПУ, их назначении, технических характеристиках, основных движениях, основных узлах и механизмах, их наладке, применяемых устройствах ЧПУ и их технических характеристиках</p>	<p style="text-align: center;"><b>Тема 3.9 Фрезерные станки с ЧПУ</b></p> <p>Классификация, назначение, типы станков фрезерной группы с ЧПУ. Их конструктивные особенности, технические характеристики, компоновка. Применяемые устройства ЧПУ. Вертикально-фрезерный консольный станок с ЧПУ модели 6P13ФЗ. Конструктивные особенности, технические характеристики, компоновка, применяемые устройства ЧПУ, кинематика, наладка станка. Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ модели ГФ2171. Конструктивные особенности, технические характеристики, компоновка, применяемое устройство ЧПУ, кинематика, наладка станка. Перспективы развития станков фрезерной группы с ЧПУ</p>	<p>Излагает классификацию фрезерных станков с ЧПУ, освещает их технические характеристики, технологические возможности, поясняет область их применения. Излагает конструктивные особенности фрезерных станков с ЧПУ, поясняет их назначение и область применения</p>



Цели изучения раздела, темы	Содержание раздела, темы	Результат
<p>Развить умение анализировать устройство основных узлов и механизмов фрезерных станков с ЧПУ</p>	<p align="center"><i>Лабораторная работа № 6</i></p> <p>Исследование устройства и работы основных механизмов фрезерного станка с ЧПУ</p>	<p>Анализирует устройство основных узлов и механизмов фрезерных станков с ЧПУ, взаимодействие его основных узлов.</p>
<p>Сформировать понятие о резьбообрабатывающих станках, их назначении, области применения, классификации</p>	<p align="center"><b>Тема 3.10 Резьбообрабатывающие станки</b></p> <p>Сформировать понятие о резьбообрабатывающих станках, их назначении, области применения, классификации</p>	<p>Сформировать понятие о резьбообрабатывающих станках, их назначении, области применения, классификации</p>
<p>Дать понятие о классификации станков строгальных, долбежных и протяжных станках, их назначении, технических характеристиках, основных движениях, основных узлах и механизмах</p>	<p align="center"><b>Тема 3.11 Строгальные, долбежные и протяжные станки</b></p> <p>Классификация строгальных и долбежных станков. Их конструктивные особенности. Виды работ, выполняемых на строгальных и долбежных станках.</p> <p>Продольно-строгальный станок модели 7212, его назначение, область применения. Основные узлы станка. Кинематика, наладка станка.</p> <p>Поперечно-строгальный станок модели 7Е35. Назначение, область применения, основные узлы, устройство станка. Кинематика станка.</p> <p>Долбежный станок модели 7А420: назначение, область применения, основные узлы.</p> <p>Классификация протяжных станков, их назначение и область применения. Виды работ, выполняемых на протяжных станках. Конструктивные особенности протяжных станков</p>	<p>Описывает строгальные, долбежные и протяжные станки по различным признакам, излагает их технические характеристики, назначение, устройство и конструктивные особенности механизмов и узлов, технологические возможности станков различных типов, поясняет область их применения</p>

Цели изучения раздела, темы	Содержание раздела, темы	Результат
<p>Дать понятие о классификации станков шлифовальной группы, их назначении, технических характеристиках, основных движениях, основных узлах и механизмах, принципе работы</p>	<p align="center"><b>Тема 3.12 Шлифовальные, полировальные и доводочные станки</b></p> <p>Классификация станков шлифовальной группы, их назначение. Правка шлифовальных кругов. Способы их крепления, подача смазывающей охлаждающей жидкости. Установка и крепление деталей на шлифовальных станках. Наладка устройств правки шлифовальных кругов.</p> <p>Принцип работы круглошлифовальных, бесцентрово-шлифовальных, внутришлифовальных и плоскошлифовальных станков.</p> <p>Плоскошлифовальный станок модели 3Е711В, его назначение, основные узлы, гидравлическая схема.</p> <p>Круглошлифовальный станок модели 3М151, его назначение, основные узлы, кинематическая схема.</p> <p>Принцип работы доводочных станков, для выполнения притирочных, хонинговальных, суперфинишных работ</p>	<p>Излагает классификацию шлифовальных и доводочных станков по различным признакам, освещает их технические характеристики, назначение, устройство, конструктивные особенности механизмов и узлов, технологические возможности станков различных типов, объясняет принцип работы</p>
<p>Дать понятие о классификации станков шлифовальной группы с ЧПУ, их назначении, технических характеристиках, основных движениях, основных узлах и механизмах, их наладке, конструктивных особенностях, устройстве</p>	<p align="center"><b>Тема 3.13 Шлифовальные станки с ЧПУ</b></p> <p>Классификация станков шлифовальной группы с ЧПУ. Их назначение, область применения, конструктивные особенности, технические характеристики.</p> <p>Круглошлифовальный полуавтомат с ЧПУ модели 3М151Ф2, его назначение, конструктивные особенности, технические характеристики, применяемые устройства ЧПУ. Кинематика, наладка станка</p>	<p>Излагает классификацию шлифовальных станков с ЧПУ, объясняет их технические характеристики, назначение, устройство и конструктивные особенности механизмов и узлов, описывает применяемые устройства ЧПУ</p>

Цели изучения раздела, темы	Содержание раздела, темы	Результат
<p>Сформировать понятие о классификации зубообрабатывающих станков, способах нарезания зубчатых колес, о назначении, технических характеристиках, основных движениях, основных узлах и механизмах зубообрабатывающих станков</p>	<p>Плоскошлифовальный полуавтомат с крестовым столом ЧПУ модели ЗЕ711ВФЗ-1: назначение, компоновка, основные механизмы и применяемое устройство ЧПУ. Кинематика станка, цикл работы, наладка</p> <p style="text-align: center;"><b>Тема 3.14 Зубообрабатывающие станки</b></p> <p>Классификация зубообрабатывающих станков, их назначение, область применения. Способы нарезания зубчатых колес и реек.</p> <p>Зубофрезерный станок модели 53А50: назначение, технические характеристики, основные узлы, кинематика. Наладка станка на обработку цилиндрических колес с прямым и винтовым зубом, червячных зубчатых колес методами тангенциальной и радиальной подачи.</p> <p>Зубодолбежный станок модели 5140: назначение, технические характеристики, основные механизмы, кинематика. Наладка станка на обработку цилиндрических колес с прямым и винтовым зубом.</p> <p>Зубострогальный станок модели 5А250: назначение, технические характеристики, основные механизмы. Принцип работы станка для обработки конических зубчатых колес с прямым зубом. Способы обработки конических зубчатых колес с криволинейным зубом.</p> <p>Зубоотделочные станки: зубошевинговальные, зубошлифовальные, зубопритирочные, зубохонинговальные. Станки для зубозакругления и снятия фасок</p>	<p>Излагает классификацию зубообрабатывающих станков, поясняет их назначение, устройство, конструктивные особенности механизмов и узлов, излагает технические характеристики, технологические возможности, поясняет область их применения</p>

Цели изучения раздела, темы	Содержание раздела, темы	Результат
<p>Развить умение анализировать устройство и работу зубообрабатывающего станка. Научить выполнять наладку станка</p>	<p align="center"><i>Лабораторная работа № 7</i></p> <p>Исследование устройства и работы основных механизмов зубообрабатывающего станка. Расчет настройки станка на обработку зубчатого колеса</p>	<p>Анализирует устройство и работу зубообрабатывающего станка. Выполняет наладку станка</p>
<p>Дать понятие о классификации зубообрабатывающих станков с ЧПУ, их назначении, технических характеристиках, основных движениях, основных узлах и механизмах, наладке</p>	<p align="center"><b>Тема 3.15 Зубообрабатывающие станки с ЧПУ</b></p> <p>Классификация зубообрабатывающих станков с ЧПУ, их назначение, область применения.</p> <p>Зубообрабатывающий станок модели 53А50Ф4: назначение, компоновка, основные узлы, наладка, кинематика. Устройства ЧПУ</p>	<p>Излагает классификацию зубообрабатывающих станков с ЧПУ. объясняет их назначение, устройство и конструктивные особенности, описывает применяемые устройства ЧПУ</p>
<p>Сформировать представление о принципе агрегатирования станков, основных преимуществах агрегатных станков. Дать понятие об основных узлах агрегатных станков, их назначении и устройстве</p>	<p align="center"><b>Тема 3.16 Агрегатные станки</b></p> <p>Принцип агрегатирования станков. Основные преимущества агрегатных станков. Область применения агрегатных станков. Унифицированные и оригинальные узлы агрегатных станков. Самодействующие и несамодействующие силовые головки, их основные виды. Силовые столы. Шпиндельные коробки. Их назначение, устройство</p>	<p>Высказывает общее суждение о принципах агрегатирования станков, основных преимуществах агрегатных станков. Объясняет назначение основных узлов агрегатных станков, описывает их устройство</p>
<p>Дать понятие о назначении и области применения агрегатных станков с ЧПУ, их конструктивных особенностях, основных механизмах, устройстве и принципе работы</p>	<p align="center"><b>Тема 3.17. Агрегатные станки с ЧПУ</b></p> <p>Назначение и область применения агрегатных станков с ЧПУ, их конструктивные особенности.</p> <p>Назначение, область применения, особенности, унифицированные узлы агрегатных станков с ЧПУ. Кинематика и наладка станков. Устройство и принцип работы магазина инструментов, манипуля-</p>	<p>Объясняет назначение и область применения агрегатных станков с ЧПУ, их конструктивные особенности, описывает основные механизмы агрегатных станков с ЧПУ,</p>

Цели изучения раздела, темы	Содержание раздела, темы	Результат
<p>Дать понятие о классификации многоцелевых станков ЧПУ, их назначении, технических характеристиках, основных движениях, основных узлах и механизмах, наладке, применяемых устройствах смены инструмента, конструктивных особенностях, устройствах ЧПУ</p>	<p>тора. Циклограмма работы станка</p> <p><b>Тема 3.18 Многоцелевые станки с ЧПУ</b></p> <p>Классификация многоцелевых станков с ЧПУ. Их назначение и область применения. Конструктивные особенности многоцелевых станков для обработки тел вращения и корпусных деталей. Используемые системы ЧПУ.</p> <p>Особенности конструкции привода главного движения и привода подачи. Механизмы автоматической смены инструмента. Типы конструкций инструментальных магазинов, автооператоров. Способы кодирования инструмента.</p> <p>Многоцелевой станок с ЧПУ мод. 2202ВМФ4 Классификация, назначение, область применения. Конструктивные особенности станка, его техническая характеристика. Устройство ЧПУ. Кинематика, наладка основных кинематических цепей. Механизм смены инструмента.</p> <p>Многоцелевой станок мод. ИР500ПМФ4, его назначение и область применения. Конструктивные особенности станка, его техническая характеристика. Устройство ЧПУ. Кинематика, наладка станка. Устройство автоматической смены инструмента.</p> <p>Перспективы развития многоцелевых станков с ЧПУ</p> <p>Многоцелевой станок с ЧПУ мод. ИР320ПМФ4, его назначение и область применения. Конструктивные особенности станка, его техническая характеристика. Устройство ЧПУ.</p>	<p>объясняет принцип их работы</p> <p>Излагает классификацию многоцелевых станков с ЧПУ, объясняет их технические характеристики, назначение, устройство, описывает конструктивные особенности механизмов и узлов. Излагает конструктивные особенности многоцелевых станков с ЧПУ, объясняет технологические возможности устройств ЧПУ и их технические характеристики</p>

Цели изучения раздела, темы	Содержание раздела, темы	Результат
<p>Развить умение анализировать устройство и работу многоцелевого станка с ЧПУ</p> <p style="text-align: center;"><b>Тема 3.19 Станки для электрофизических и электрохимических методов обработки</b></p> <p>Сформировать понятие о станках для электрохимической и электрофизической обработки, их назначении, технических характеристиках, основных движениях, основных узлах и механизмах</p>	<p>Кинематика, наладка станка. Устройство автоматической смены инструмента.</p> <p style="text-align: center;"><i>Лабораторная работа № 8</i></p> <p>Исследование устройства и работы основных механизмов многоцелевого станка с ЧПУ</p> <p>Назначение и область применения станков для электрохимической и электрофизической обработки. Конструктивные особенности, технические характеристики электроискровых, электроимпульсных, анодно-механических станков.</p> <p>Электроэрозионный вырезной станок модели 4732Ф3 с ЧПУ. Назначение и область применения. Конструктивные особенности, технические характеристики, устройство ЧПУ, кинематика, наладка станка.</p> <p>Станки для ультразвуковой обработки. Назначение и область применения. Конструктивные особенности станка, технические характеристики.</p> <p>Станки для лазерной обработки деталей. Назначение и область применения. Конструктивные особенности станка, технические характеристики.</p> <p>Станки для плазменной обработки деталей. Назначение и область применения. Конструктивные особенности</p>	<p>Анализирует устройство и работу многоцелевого станка с ЧПУ</p> <p>Объясняет назначение, устройство и конструктивные особенности станков для электрохимической и электрофизической обработки, раскрывает их технологические возможности, поясняет область применения</p>

Цели изучения раздела, темы	Содержание раздела, темы	Результат
<b>РАЗДЕЛ IV. АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОИЗВОДСТВО</b>		
<b>Тема 4.1 Автоматические линии</b>		
<p>Дать понятие об автоматических линиях, их назначении, области применения, классификации. Сформировать понятие о применяемом в автоматических линиях оборудовании и его устройстве</p>	<p>Определение, назначение, область применения станочной автоматической линии (АЛ). Классификация станочных АЛ по назначению, типу оборудования, величине выпуска деталей, расположению и виду транспорта и т. д.</p> <p>Оборудование АЛ. Транспортные механизмы (конвейеры), загрузочные устройства. Системы управления АЛ.</p> <p>Автоматические роторные линии: назначение, область применения. АЛ с программным управлением. Системы управления, их принципиальная схема, необходимый комплекс технических средств.</p> <p>Переналаживаемые АЛ (ПАЛ) - база гибких производственных систем (ГПС) в условиях крупносерийного, массового производства. Структура ПАЛ.</p> <p>Экономическая целесообразность создания АЛ и перспективы их развития</p>	<p>Поясняет назначение и область применения автоматических линий, излагает их классификацию, освещает принцип действия оборудования автоматических линий</p>
<b>Тема 4.2 Гибкие производственные системы</b>		
<p>Дать понятие о гибких производственных системах, их назначении, области применения, классификации. Сформировать понятие о применяемом в ГПС оборудовании и его устройстве</p>	<p>Назначение и область применения гибких производственных систем. Классификация ГПС по уровням организационной структуры (гибкие производственные модули, гибкие производственные участки), по степени автоматизации.</p> <p>Состав оборудования гибких производственных</p>	<p>Поясняет назначение и область применения гибких производственных систем, принципе действия оборудования, входящего в состав ГПС</p>

Цели изучения раздела, темы	Содержание раздела, темы	Результат
	<p>систем. Система управления ГПС. Требования, предъявляемые к станкам, встраиваемым в ГПС.</p> <p>Агрегатно-модульный принцип построения ГПС. Перспективы развития ГПС.</p> <p>Промышленные роботы (ПР), автооператоры, их классификация, типы. Системы управления ПР, основные узлы, системы координат.</p> <p>Гибкие производственные модули (ГПМ), область их применения, состав оборудования. ГПМ на базе токарных, многоцелевых и другие станков с ЧПУ.</p> <p>Роботехнический технологический комплекс (РТК). Назначение, виды компоновки, состав оборудования</p>	
<b>РАЗДЕЛ V. ЭКСПЛУАТАЦИЯ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ</b>		
<p>Дать представление о способах транспортировки и установки станков, основных правилах эксплуатации станков. Сформировать понятие о видах испытаний станков</p>	<p>Средства и способы транспортировки станков. Основные правила установки станков в цехе в зависимости от класса точности станка. Способы установки станков на фундаменте. Испытания станков на холостом ходу и под нагрузкой. Проверка на геометрическую точность. Стандарты на нормы точности и основные размеры станков</p>	<p>Высказывает общее суждение о способах транспортировки и установки станков, называет основные правила их эксплуатации. Описывает виды испытаний станков</p>
<p>Развить умение осуществлять проверку станков на геометрическую точность.</p>	<p style="text-align: center;"><i>Лабораторная работа №9</i></p> <p>Проверка геометрической точности металлорежущего станка</p>	<p>Осуществляет проверку геометрической точности металлорежущего станка</p>



## 4. Контрольная работа №1

### Вопросы 1 - 22

Расшифровать обозначение модели станка (см. табл.1), указать его назначение, техническую характеристику, принцип работы, особенности наладки и эксплуатации. Описать применяемое программное устройство (при наличии такового).

Таблица 1.

№ вопр.	Модель станка	№ вопр.	Модель станка	№ вопр.	Модель станка
1	1Б140	8	5122	15	7А420
2	2611Ф2	9	1725МФ3	16	16К20Т1
3	16К20Ф3	10	2Р135Ф2	17	53А20Ф4
4	5М32	11	2А620Ф2	18	3М151Ф2
5	6Р82	12	3М151	19	5140
6	1А734Ф3	13	7Б56	20	1512Ф3
7	16К20	14	6Р13Ф3	21	4732Ф3
				22	5Т23В

### Методические указания

Отвечая на вопрос, примите конкретную модель станка, указанного в таблице (или аналогичного, имеющегося на вашем заводе и укажите его модель), используя при этом квалификационную таблицу, разработанную ЭНИМС и техническую характеристику станка.

### Вопросы 23 - 61

Таблица 2.

№ вопроса	Содержание вопроса
23	В чём отличие универсальных станков от специальных?
24	Оснащение какими станками по степени универсальности предпочтительнее в условиях массового производства?
25	Как классифицируются станки по степени точности?
26	От чего зависит выбор станка по точности для обработки конкретной детали?
27	Как классифицируются станки по массе?
28	Какие движения в станке необходимы для процесса резания?
29	Какие механизмы привода обеспечивают прямолинейные рабочие перемещения в станках?
30	Какие механизмы привода обеспечивают прерывистое движение в приводах подачи?

31	Какие механизмы привода обеспечивают возвратно-поступательные рабочие движения в станках?
32	Какие механизмы обеспечивают периодические вращательные вспомогательные движения в станках?
33	Назовите механизмы бесступенчатого регулирования скорости главного движения и подачи.
34	Назовите механизмы ступенчатого регулирования скорости главного движения и подачи.
35	Назначение блокировочных механизмов в цепях рабочих движений станков.
36	Какие механизмы изменяют направление движения в станках?
37	Какие устройства в станках служат для ограничения хода в цепи подачи?
38	Какие устройства предохраняют станок от перегрузок?
39	Элементы системы управления механизмами станков.
40	Что понимается под наладкой станка?
41	Основные этапы наладки технологического оборудования.
42	Методы подбора сменных колёс гитар.
43	Назначение, область применения и основные преимущества станков с программным управлением (ПУ).
44	Понятие "программное управление станками", основные определения. Принцип действия станков с ПУ.
45	Классификация станков с ПУ, их индексация. Условия оптимального использования станков с ПУ. Сущность циклового программного управления (ЦПУ) металлорежущими станками.
47	Основные узлы ЦПУ. Устройства задания и ввода программы, устройства задания и контроля перемещений узлов станка.
48	Современные станки с системами ЦПУ: токарные, фрезерные, сверльно-расточные, их конструктивные особенности.
49	Сущность числового программного управления (ЧПУ) станками.
50	Комплекс числового программного управления.
51	Комплекс ЧПУ с управлением от перфоленты.
52	Комплекс ЧПУ с управлением от магнитной ленты, ЭВМ.
53	Конструктивные особенности базовых деталей, узлов привода главного движения станков с ЧПУ.
54	Особенности конструкции узлов привода подач и позиционирования станков с ЧПУ.

55	Вспомогательные узлы станков с ЧПУ.
56	Программносители, методы записи и считывания информации.
57	Код ISO-7 bit, его возможности.
58	Основные сведения о системах ЧПУ, их индексации.
59	Системы ЧПУ позиционные, прямоугольные, контурные.
60	Исполнительные приводы станков с ЧПУ, их разновидности, характеристики.
61	Мини-ЭВМ и микропроцессоры, применяемые на станках, с ЧПУ. Оси координат станков с ЧПУ.

### Задачи 62-73

Составить кинематическую схему коробки скоростей. Определить геометрический ряд частот вращения шпинделя и диапазон регулирования. Произвести построение структурных сеток и графика частот вращения шпинделя. По графику определить передаточные отношения. Определить числа зубьев колёс.

Исходные данные для решения задачи представлены в таблице 3

Обозначение	Номер задачи											
	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73
Знаменатель ряда частот вращения $\phi$	1,26	1,41	1,41	1,26	1,58	1,78	1,58	2,0	1,41	1,26	1,78	2,0
Число ступеней частот вращения шпинделя $Z$	8	8	6	4	6	6	8	4	4	6	6	4
Минимальная частота вращения шпинделя $n_{\min}, \text{МИН}^{-1}$	80	63	125	160	100	56	40	63	180	200	18	125

Частота вращения электродвигателя для всех вариантов  $n_{\min}=1000 \text{ МИН}^{-1}$

Методические указания

Последовательность решения и оформления задачи.

1. Выбрать исходные данные для расчетов согласно своему варианту по таблице 3.

2. Определить геометрический ряд частот вращения и в соответствии с таблицей 4 принять предпочтительные числа.

$$n_1 = n_{\min}$$

$$n_2 = n_1 \cdot \varphi$$

$$n_3 = n_2 \cdot \varphi = n_1 \cdot \varphi^2$$

...

$$n_z = n_{z-1} \cdot \varphi = n_1 \cdot \varphi^{z-1}$$

Так как  $n_z = n_{\max}$ , то  $n_{\max} = n_{\min} \cdot \varphi^{z-1}$

3. Определить диапазон регулирования:

$$R_n = \frac{n_{\max}}{n_{\min}}$$

4. Вычертить кинематическую схему коробки скоростей. При этом следует учитывать, что число передач в группе  $p \leq 4$ .

5. Записать 3 – 4 варианта структурных формул.

6. Для всех структурных формул построить структурные сетки.

7. Произвести анализ структурных сеток и принять наиболее приемлемый вариант. Для последней переборной группы должно выполняться условие:

$$\varphi^{(p-1)X_{\max}} \leq 8,$$

где  $p$  – число передач в последней переборной группе;

$X_{\max}$  – характеристика последней переборной группы.

8. Для выбранного варианта построить график частоты вращения. При этом передаточные числа должны быть в допустимых пределах ( $i_{\min} \geq 1/4$ ;  $i_{\max} \leq 2$ ), т.е., чтобы число интервалов, перекрываемых лучами, не превышало значений, указанных в таблице 5.

9. Определить передаточные отношения всех передач по формуле:

$$i = \varphi^m,$$

где  $m$  – число интервалов, перекрываемых лучом.

Если луч направлен вверх, то  $m$  необходимо взять со знаком «плюс»; если горизонтально, то  $m = 0$ ; если вниз, то  $m$  необходимо взять со знаком «минус».

10. Произвести расчет чисел зубьев колес. Для облегчения расчетов чисел зубьев приведена таблица 6, в которой по горизонтали отложены суммы чисел зубьев  $\Sigma z$ , а по вертикали – передаточные отношения  $i$ , кратные 1,06. Пустые клетки означают, что для данного значения  $\Sigma z$  передаточное отношение не может быть выдержано в требуемых пределах  $\pm 10(\varphi - 1) \%$ , в остальных клетках указано число зубьев меньшего колеса.

Пример:

Определить числа зубьев трех пар колес, которые должны обеспечивать передаточные отношения  $i_1 = 1$ ;  $i_2 = 1,41$  и  $i_3 = 2,0$ . Если по таблице 6 принять  $\Sigma z = 74$ , то при  $i_1 = 1,26$   $\frac{z_1}{z_2} = \frac{74-33}{33} = \frac{41}{33}$ , а для  $i_2 = 1,41$  и  $i_3 = 2,0$  – клетки пустые. Тогда следует найти такое значение  $\Sigma z$ , которое удовлетворяло бы всем передаточным отношениям. Приемлемым значением будет  $\Sigma z = 75$ :

$$i_1 = \frac{z_1}{z_2} = \frac{75-33}{33} = \frac{42}{33} = 1,26;$$

$$i_2 = \frac{z_3}{z_4} = \frac{75-31}{31} = \frac{44}{31} = 1,41;$$

$$i_3 = \frac{z_5}{z_6} = \frac{75-25}{25} = \frac{50}{25} = 2,0;$$

$$\Sigma z = z_1 + z_2 = z_3 + z_4 = z_5 + z_6 = 42 + 33 = 44 + 31 = 50 + 25 = 75.$$

11. Произвести проверку (достаточно записать уравнение кинематического баланса для  $n_{\min}$ ).

**Таблица 4 - Система предпочтительных чисел**

Значение $\phi$							Значение $\phi$							Значение $\phi$						
1,06	1,12	1,26	1,41	1,58	1,78	2,0	1,06	1,12	1,26	1,41	1,58	1,78	2,0	1,06	1,12	1,26	1,41	1,58	1,78	2,0
1	1	1	1	1	1	1	10	10	10		10	10		100	100	100		100	100	
1,06							10,6							106						
1,12	1,12						11,2	11,2		11,2				112	112					
1,18							11,8							118						
1,25	1,25	1,25					12,5	12,5	12,5					125	125	125	125			125
1,32							13,2							132						
1,4	1,4		1,4				14	14						140	140					
1,5							15							150						
1,6	1,6	1,6		1,6			16	16	16	16	16		16	160	160	160		160		
1,7							17							170						
1,8	1,8				1,8		18	18				18		180	180		180		180	
1,9							19							190						
2,0	2,0	2,0	2,0			2,0	20	20	20					200	200	200				
2,12							21,2							212						
2,24	2,24						22,4	22,4		22,4				224	224					
2,36							23,6							236						
2,5	2,5	2,5		2,5			25	25	25		25			250	250	250	250	250		250
2,65							26,5							265						
2,8	2,8		2,8				28	28						280	280					
3,0							30							300						
3,15	3,15	3,15			3,15		31,5	31,5	31,5	31,5		31,5	31,5	315	315	315			315	
3,35							33,5							335						
3,55	3,55						35,5	35,5						355	355		355			
3,75							37,5							375						
4,0	4,0	4,0	4,0	4,0		4,0	40	40	40		40			400	400	400		400		
4,25							42,5							425						
4,5	4,5						45	45		45				450	450					
4,75							47,5							475						
5,0	5,0	5,0					50	50	50					500	500	500	500			500
5,3							53							530						
5,6	5,6		5,6		5,6		56	56				56		560	560				560	
6,0							60							600						
6,3	6,3	6,3		6,3			63	63	63	63	63		63	630	630	630		630		
6,7							67							670						
7,1	7,1						71	71						710	710		710			
7,5							75							750						
8,0	8,0	8,0	8,0			8,0	80	80	80					800	800	800				
8,5							85							850						
9,0	9,0						90	90		90				900	900					
9,5							95							950						

**Таблица 5 - Число интервалов, перекрываемых лучами графика частот вращения**

Передача	Число перекрываемых интервалов при $\phi$						
	1,06	1,12	1,26	1,41	1,58	1,78	2
понижающая	24	12	6	4	3	2	2
повышающая	12	6	3	2	1	1	1

**Таблица 6**

$i \backslash \Sigma z$	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70							
1,00	20		21		22		23		24		25		26		24		28		29		30		31		32		33		34		35							
1,06		20		21		22		23		24		25		26		27		28		29		30		31		32		33		34		34						
1,12	19							22		23		24		25		26		27		28		29		30		31		32		33		33						
1,19					20		21		22		23				25		26		27		28		29		29		30		31		32		32					
1,26		18		19		20				22		23		24		25		26		27		28		29		29		30		31		31		31				
1,33	17		18		19			20		21		22		23		24		25		26		27		28		29		30		31		30		30				
1,41		17				19		20		21		22		23		24		25		26		27		28		29		30		31		29		29				
1,50	16					18		19			20		21		22		23		24		25		26		27		28		29		30		28		28			
1,58		16			17					19		20		21		22		23		24		25		26		27		28		29		30		27		27		
1,68	15			16					18		19			20		21		22		23		24		25		26		27		28		29		26		26		
1,78			15					17			18			19		20		21		22		23		24		25		26		27		28		25		25		
1,88	14			15			16			17			18			19		20		21		22		23		24		25		26		27		24		24		
2,00			14			15			16			17			18			19		20		21		22		23		24		25		26		23		23		
2,11					14			15			16			17			18		19		20		21		22		23		24		25		26		22		22	
2,24			13			14				15			16			17			18		19		20		21		22		23		24		25		21		21	
2,37					13			14				15			16			17			18		19		20		21		22		23		24		20		20	
2,51			12				13				14			15			16			17		18		19		20		21		22		23		19		19		20
2,66					12				13			14				15			16		16		17		18		19		20		21		22		18		18	
2,82																						16				17				18		18						
2,99									12				13				14					15			16				17		17							
3,16																												16		16							17	
3,35																																				16		16
3,55																																						
3,76																																						
3,98																																						
4,22																																						
4,47																																						
4,73																																						

Таблица 6 (продолжение)

$i \backslash \Sigma z$	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101
1,00		36		37		38		39		40		41		42		43		44		45		46		47		48	49	49	50	50	51
1,06		35		36		37		38		39		40	40	41	41	42	42	43	43	44	44	45	45	46	46	47	47		48		49
1,12		34		35		36	36	37	37	38	38		39		40		41		42		43	43	44	44	45	45	46	46	47	47	
1,19		33		34	34	35	35		36		37		38		39	39	40	40	41	41		42		43		44	44	45	45	46	46
1,26		32		33	33		34		35		36	36	37	37		38		39		40	40	41	41		42		43		44	44	
1,33		31			32		33		34	34	35	35		36		37	37	38	38		39		40	40	41	41		43		43	
1,41		30			31		32		33	33		34		35	35		36		37	37	38	38		39		40	40	41	41		
1,50		29	29		30		31	31		32		33	33		34		35	35		36		37	37	38	38		39	39	40	40	
1,58		28	28		29		30	30		31		32	32		33	33		34		35	35		36		37	37		38	38	39	
1,68		27	27		28		29	29		30	30		31		32	32		33	33		34		35	35		36	36		37	37	
1,78		26			27		28		29	29		30	30		31			32		33	33		34	34		35	35		36	36	
1,88		25			26		27		28	28		29	29		30	30		31	31		32	32		33	33		34	34	35	35	
2,00		24			25		26			27			28		29	29		30	30		31	31		32	32		32	33		34	
2,11	23	23		24	24			25			26			27		28	28		29	29		30	30		31	31		32	32		
2,24	22	22		23	23		24	24			25			26	26		27	27		28	28		29	29			30	30		31	
2,37	21			22			23	23			24			25	25		26	26			27	27		28	28		29	29		30	
2,51	20		21	21			22	22		23	23			24	24		25	25			26	26		27	27		28	28		29	
2,66			20	20			21			22	22			23	23		24	24			25	25			26	26		27	27		
2,82		19	19			20	20			21	21			22			23	23			24	24			25	25			26	26	
2,99	18	18			19	19			20	20			21	21			22	22			23	23			24	24			25	25	
3,16	17				18				19	19			20	20			21	21			22	22			23	23			24	24	
3,35				17				18	18			19	19			20	20	20			21	21			22	22			23	23	
3,55		16	16				17	17			18	18	18			19	19			20	20	20			21	21			22	22	
3,76	15	15				16	16			17	17				18	18				19	19			20	20			21	21		
3,98										16	16			17	17	17				18	18	18			19	19	19			20	
4,22													16	16				17	17	17		17	18	18	18			19	19		
4,47											15	15	15				16	16				16	17	17			18	18	18	18	
4,73											14	14				15	15					16		16			17	17	17		



**Таблица 6 (окончание)**

$i \backslash \Sigma z$	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
1,00	51	52	52	53	53	54	54	55	55	56	56	57	57	58	58	59	59	60	60
1,06		50		51		52		53	53	54	54	53	55	56	56	57	57	58	58
1,12	48		49		50		51	51	52	52	52	53	54	54	55	56	56	56	57
1,19		47		48		49	49	50	50	51	51	52	52		53		54	54	55
1,26	45		45		47	47	48	48	49	49	50	50		51	51	52	52	53	53
1,33	44	44		45		46	46	47	47		48	48	49	49	50	50	51	51	52
1,41	42	43	43		44	44	45	45	46	46		47	47	48	48		49	49	50
1,50	41	41	42	42		43	43	44	44		45	46	46	46		47	47	48	48
1,58		40	40	41	41	41	42	42		43	43	44	44		45	45	46	46	46
1,68	38		39	39		40	40	41	41		42	42		43	43	44	44	44	45
1,78	37	37		38	38		39	39		40	40	41	41	41	42	42		42	43
1,88		36	36		37	37		38	38		39	39		40	40		41	41	42
2,00	34		35	35		36	36		37	37		38	38	38	39	39	39	40	40
2,11	33	33		34	34		35	35	36	36	36	36		37	37			38	
2,24		32	32		33	32	33	34	34	34	35	35	35		36	36		37	37
2,37	30		31	31		32	32	32		33	33		34	34		35	35	35	
2,51	29			30	30		31	31	31		32	32		33	33	33		34	34
2,66	28	28		29	29	29		30	30	30		31	31		32	32	32		33
2,82	27	27	27		28	28	28		29	29	29		30	30			31	31	
2,99		26	26	25		27	27			28	28			29	29			30	30
3,16		25	25	24		26	26	27			27	27			28	28			29
3,35			24	23			25	25	25		26	26	26			27	27		
3,55			23	22	23		24	24	24			25	25	25		26	26	26	
3,76			22	21	22		23	23	23			24	24	24			25	25	25
3,98		21	21	20	21		22	22	22	22		23	23	23	23		24	24	24
4,22		20	20	19	20		21	21	21	21		22	22	22	22			23	23
4,47		19	19				20	20	20	20		21	21	21	21			22	22
4,73	18	18	18				19	19	19			20	20	20	20			21	21

### Задачи 74 - 88

Подобрать сменные колёса гитары для нарезания резьбы на токарно-винторезном станке 16К20. Полученные колёса следует проверить на условие сцепляемости. Произвести проверку погрешностей, допущенных при подборе сменных колёс гитары. Исходные данные для решения задачи представлены в таблице 7.

№ задачи	Метрическая резьба		Модульная резьба		Дюймовая резьба
	P	Z	m	Z	k
74	2,5	1	2,5	1	6
75	4	1	3	2	10
76	6	1	1	4	8
77	5	1	2	2	3
78	2	1	5	1	2
79	1,5	2	6	1	4
80	3,5	1	3	1	12
81	0,75	2	8	1	7
82	1	2	1,5	1	11
83	3	1	1	2	1
84	6	1	0,5	4	5
85	8	1	4	1	9
86	4,5	1	2	1	12
87	0,5	2	3,5	2	5
88	5	1	2,5	2	10

Принятые обозначения:

P - шаг нарезаемой резьбы, мм;

m - модуль, мм;

Z - количество заходов;

k - количество ниток на 1" (дюйм)=25,4мм;

Шаг ходового винта станка 16К20 P<sub>х.в.</sub>=12 мм.

Методические указания

1. При нарезании резьбы на станке 16К20 при отключенной коробке передач, необходимо подобрать сменные колёса гитары по расчётным формулам:

- Для метрической резьбы

$$i = \frac{a}{b} \frac{c}{d} = \frac{3}{2} \frac{P_h}{P_{X.B.}} = \frac{3}{2} \frac{P \cdot Z}{P_{X.B.}}$$

где P<sub>h</sub>=P·Z – ход резьбы, мм

- Для модульной резьбы

$$i = \frac{a}{b} \frac{c}{d} = \frac{3}{2} \frac{P_h}{P_{X.B.}} = \frac{3 \pi \cdot m \cdot Z}{2 P_{X.B.}}$$

где P<sub>h</sub>=π·m·Z – ход резьбы, мм

- Для дюймовой резьбы

$$i = \frac{a}{b} \frac{c}{d} = \frac{3}{2} \frac{P}{P_{X.B.}} = \frac{3}{2} \frac{25,4}{k \cdot P_{X.B.}}$$

где  $P = \frac{25,4}{k}$  - шаг дюймовой резьбы, мм;

$i$  - передаточное отношение зубчатых колёс гитары;

$a, b, c, d$  - числа зубьев колёс гитары.

При настройке станка для нарезания резьбы следует учитывать, что шаг нарезаемой резьбы и ходового винта необходимо выразить в одной системе единиц.

Замены чисел л и 1" (25,4мм) приближёнными дробями приведены в таблице 8.

25,4	$\pi$	$\pi/25,4$	$25,4\pi$
$\frac{127}{5}$	$\frac{22}{7}$	$\frac{47}{4 \cdot 95}$	$\frac{22 \cdot 127}{7 \cdot 5}$
$\frac{18 \cdot 24}{17}$	$\frac{33 \cdot 27}{25 \cdot 11}$	$\frac{5 \cdot 10}{32 \cdot 24}$	$\frac{21 \cdot 19}{5}$
$\frac{40 \cdot 40}{7 \cdot 9}$	$\frac{19 \cdot 21}{127}$	$\frac{12}{97}$	$\frac{10 \cdot 17 \cdot 25}{7 \cdot 7}$
$\frac{11 \cdot 30}{13}$	$\frac{8 \cdot 97}{13 \cdot 19}$	$\frac{22 \cdot 5}{7 \cdot 127}$	$\frac{27 \cdot 65}{2 \cdot 11}$
	$\frac{13 \cdot 29}{4 \cdot 30}$	$\frac{23}{6 \cdot 31}$	$\frac{30 \cdot 125}{47}$

Для подбора сменных колёс гитары используют следующий комплект зубчатых колёс:

$Z=22; 24; 25; 28; 30; 32; 35; 36; 40; 44; 45; 48; 50; 55; 60; 65; 68; 70; 71; 72; 75; 76; 80; 85; 90; 95; 100; 110; 113; 115; 120.$

Кроме этого, имеются специальные колёса:

$Z=47; 97; 127; 157$  ( $Z$ -числа зубьев).

2.Подобранные сменные колёса проверяют на условие сцепляемости:  
 $a+b \geq c+(15...22); \quad c+d \geq b+(15...22)$

3.Проверку погрешностей, допущенных при подборе сменных колёс, производят решением уравнения кинематического баланса винторезной цепи (цепи от шпинделя к ходовому винту). Для станка 16К20 при отключенной коробке подач это уравнение имеет вид:

$$P(Ph) = 1 \text{ об. шпин.} \cdot \frac{60}{60} \cdot \frac{30}{45} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} \cdot 12$$

$P$  - шаг при нарезании однозаходной резьбы, мм.

$P_h$  - ход при нарезании многозаходной резьбы, мм.

### Задачи 89 – 113

Определить требуемую величину, выполнить схему обработки конической поверхности и подробно пояснить данный способ. Обработка осуществляется на станке 16К20.

Исходные данные приведены в таблице 9.

Номер задачи	Способ обработки	Определяемая величина	Больший диаметр конуса D, мм	Меньший диаметр конуса d, мм	Длина конуса l, мм	Длина обрабатываемой заготовки L, мм	Угол наклона образующей $\alpha$ , град.
89	Поворотом каретки суппорта	Угол поворота каретки суппорта $\alpha$ , град	100	90	110	-	-
90			130	85	90	-	-
91			190	120	75	-	-
92			140	105	80	-	-
93			110	80	100	-	-
94			250	190	80	-	-
95			300	260	90	-	-
96			170	140	100	-	-
97			200	150	80	-	-
98			120	95	85	-	-
99	Смещением задней бабки	Величина смещения задней бабки h, мм	285	280	180	210	-
100			290	275	170	195	-
101			-	-	-	250	5
102			-	-	-	300	8
103			310	285	250	280	-
104			300	260	180	200	-
105			-	-	-	150	9
106			-	-	-	180	6
107	210	200	210	245	-		
108	Поворотом конусной линейки	Угол поворота конусной линейки $\alpha$ , град	110	90	170	-	-
109			190	130	250	-	-
110			250	205	200	-	-
111			200	170	180	-	-
112			150	110	160	-	-
113			300	250	190	-	-

#### Методические указания

1. Пользуясь соответствующей формулой, определить требуемую величину.
2. Выполнить схему обработки.

## 5. Варианты заданий для выполнения контрольной работы № 1

Предпоследняя цифра шифра	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1 23 62 75 89	3 25 64 76 91	6 28 67 79 94	10 32 71 83 98	15 37 64 88 103	21 43 70 79 109	6 50 65 86 110	14 58 73 79 99	1 28 70 88 108	11 38 68 83 98
1	2 24 63 74 90	5 27 66 78 93	9 31 70 82 97	14 36 63 87 109	20 42 69 78 108	5 49 64 85 91	13 57 72 78 98	22 27 69 87 107	10 37 67 82 97	20 47 65 77 107
2	4 26 65 77 92	8 30 69 81 96	13 35 62 86 100	19 41 68 77 107	4 48 63 84 90	12 56 71 77 97	21 26 68 86 106	9 36 66 81 96	19 46 64 76 106	6 55 73 85 90
3	7 29 68 80 95	12 34 73 85 100	18 40 67 76 106	3 47 62 83 89	11 55 70 76 96	20 25 67 85 105	8 35 65 80 95	18 45 63 75 105	5 54 72 84 89	13 23 68 77 97
4	11 33 72 84 99	17 39 66 75 105	2 46 73 82 103	10 54 69 75 95	19 24 66 84 104	7 34 64 79 94	17 44 62 74 104	4 53 71 83 113	12 61 67 76 96	19 29 62 83 103
5	16 38 65 74 104	1 45 72 81 112	9 53 68 74 94	18 23 65 83 103	6 33 63 78 93	16 43 73 88 103	3 52 70 82 112	11 60 66 75 95	18 28 73 82 102	1 34 67 88 108
6	22 44 71 80 111	8 52 67 88 93	17 61 64 82 102	5 32 62 77 92	15 42 72 37 102	2 51 69 81 111	10 59 65 74 94	17 27 72 81 101	2 33 66 87 107	7 38 71 77 112
7	7 51 66 87 92	16 60 63 81 101	4 31 73 75 9	14 41 71 86 10	1 50 68 80 110	9 58 64 88 93	16 26 71 80 100	22 32 65 86 106	5 37 70 76 111	10 41 62 80 90
8	15 59 62 80 100	3 30 72 74 90	13 40 70 85 100	22 49 67 79 109	8 57 63 87 92	15 25 70 79 99	21 31 64 85 105	4 36 69 75 110	9 39 73 79 89	11 60 64 82 92
9	2 29 71 76 89	12 39 69 84 99	21 48 66 78 108	7 56 62 86 97	14 24 69 78 98	20 30 63 84 104	3 35 68 74 109	6 40 72 78 113	7 59 63 81 91	8 61 65 83 93

## 6. Контрольная работа №2

### Вопросы 114 - 127

Определить требуемую величину, подробно объяснить заданный вид движения и, пользуясь кинематической схемой станка, написать уравнение кинематического баланса. Таблица 10.

№ вопроса	Модель станка	Содержание вопроса
114	16К20Ф3	Выполнить кинематическую схему привода главного движения и составить уравнение кинематического баланса для получения $n_{\max}$ .
115	16К20Ф3	Выполнить кинематическую схему привода и составить уравнение кинематического баланса для получения $n_{\min}$ .
116	16К20Ф3	Описать работу автоматической коробки скоростей, выполнить схему, составить уравнение кинематического баланса для получения $n=580 \text{ мин}^{-1}$ .
117	16К20Ф3	Выполнить эскиз привода поперечной подачи, описать работу и определить $S_{\text{поп max}}$ .
118	16К20Ф3	Выполнить кинематическую схему шестипозиционного поворотного резцедержателя, описать работу и определить частоту вращения оси резцедержателя.
119	2Р135Ф2	Выполнить кинематическую схему привода главного движения и составить уравнение кинематического баланса для получения $n_{\max}$ .
120	2Р135Ф2	Выполнить кинематическую схему привода главного движения и составить уравнение кинематического баланса для получения $n_{\min}$ .
121	2Р135Ф2	Выполнить кинематическую схему вертикальных подач суппорта с револьверной головкой и определить $S_{\text{верт. min}}$
122	2Р135Ф2	Выполнить кинематическую схему вертикальных подач суппорта с револьверной головкой и определить $S_{\text{верт. max}}$ .
123	2Р135Ф2	Выполнить кинематическую схему поворота револьверной головки, описать работу и составить уравнение кинематической цепи поворота револьверной головки.
124	2Р135Ф2	Выполнить кинематическую схему позиционирования стола и салазок, описать работу, определить скорость быстрого перемещения стола и салазок.
125	6Р13РФ3	Выполнить кинематическую схему привода главного движения, описать работу и составить уравнение кинематического баланса для получения $n_{\max}$ .

126	6P13PФЗ	Выполнить кинематическую схему привода главного движения, описать работу, составить уравнение кинематического баланса для получения $n_{min}$ .
127	6P13PФЗ	Выполнить кинематическую схему вертикальной, продольной и поперечной подачи, описать работу коробки и составить уравнения кинематического баланса соответствующих цепей.

### Задачи 128 - 147

Настроить универсальную делительную головку УДГ-135 для деления заготовки на заданное число делений. Выполнить кинематические схемы универсальной делительной головки, настроенной на простое и дифференциальное деление. Дать пояснение, как осуществляется процесс деления. Данные для настройки приведены в таблице 11

№ задачи	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138
Z-число делений	24 101	72 57	29 71	66 63	100 77	84 81	33 73	30 113	28 127	78 79	60 99

№ задачи	139	140	141	142	143	144	145	146	147
Z-число делений	46 103	90 93	50 97	76 103	42 59	13 119	48 53	105 89	70 117

#### Методические указания

1. Выберите метод деления, и обоснуйте его, и настройте делительную головку на заданное число. При подборе диска необходимо пользоваться формулой:

$$n_p = \frac{N}{Z},$$

где  $n_p$  - число оборотов (количество отверстий), на которое нужно повернуть рукоятку относительно диска;

$N$  - характеристика делительной головки, характеристика УДГ-135 равна 40 ( $N=40$ );

$Z$  - число заданных делений.

Выполнить кинематическую схему универсальной делительной головки и указать

значение, характеризующее передачи.

2. Настройка делительной головки на дифференциальное деление производится в следующей последовательности:

2.1. По заданному числу делений  $Z$  выбирают удобное для настройки фиктивное число делений  $Z_f$ .

2.2. По  $Z_f$  подбирают ряд отверстий на делительном диске.

2.3. Подбирают сменные колёса гитары, во избежание ошибки в делении, т.е. для получения на заготовке данного числа делений  $Z$ , а не  $Z_{\phi}$ , пользуются соответствующей формулой:

$$i = \frac{a}{b} \frac{c}{d} = \frac{N}{Z_{\phi}} (Z - Z_{\phi})$$

2.4. Выполнить кинематическую схему универсальной делительной головки (настроенной на дифференциальное деление).

Головка укомплектована двусторонним лимбом и набором сменных колёс. Диск имеет следующие числа отверстий:

1 сторона- 16; 17; 19; 21; 23; 29; 30; 31;

2 сторона- 33; 37; 39; 41; 43; 47; 49; 54;

числа зубьев сменных колёс: 25; 25; 30; 35; 40; 50; 55; 60; 70; 80; 90; 100.

### Задачи 148 - 167

Произвести настройку универсальной делительной головки УДГ-135 для фрезерования винтовой канавки на фрезерном станке модели 6Р82 и выполнить схему обработки. Данные для настройки представлены в таблице 12

Номер задачи	Средний диаметр $D$ , мм	Угол наклона канавки $\beta$ , град	Направление винтовой канавки	Номер задачи	Средний диаметр $D$ , мм	Угол наклона канавки $\beta$ , град	Направление винтовой канавки
148	50	20	левое	159	60	2	правое
149	36	25	левое	160	80	20	правое
150	70	18	левое	161	90	15	правое
151	45	30	левое	162	140	20	правое
152	145	20	правое	163	100	40	правое
153	80	40	правое	164	50	20	правое
154	60	30	правое	165	70	30	левое
155	80	45	левое	166	120	30	левое
156	75	10	левое	167	110	25	левое
157	65	18	левое				
158	130	40	левое				

#### Методические указания

Рекомендуется следующий порядок решения задачи:

1. Определяют величину шага спирали по формуле:

$$P_{B.K.} = \frac{\pi D}{\operatorname{tg} \beta}$$

2. Подбирают гитару сменных колёс для сообщения заготовке вращательного движения  $\frac{a}{b} \frac{c}{d} = \frac{40P_{X.B.}}{P_{B.K.}}$

3. Вычерчивают схему обработки и определяют соответствующее направление вращения заготовки.



4. Составляют уравнение кинематической цепи от шпинделя делительной головки к ходовому винту продольной подачи стола, решением которого определяем действительный шаг спирали.

5. Определить действительный угол поворота стола (угол поворота стола равен углу наклона винтовой канавки) по формуле:

$$\operatorname{tg} \beta_{\text{действ.}} = \frac{\pi D}{P_{\text{В.К. действ.}}}$$

Принятые обозначения:

$P_{\text{В.К.}}$  - шаг винтовой линии (спирали), мм;

$D$  - средний диаметр заготовки, мм;

$\beta$  - угол наклона винтовой канавки, град;

$N$  - характеристика делительной головки;

$a, b, c, d$  - сменные колеса гитары;

$P_{\text{Х.В.}}$  - шаг ходового винта стола станка, мм.

### Задачи 168 - 187

Произвести настройку зубодолбежного станка модели 5140 для обработки цилиндрического колеса с прямыми зубьями и, пользуясь кинематической схемой станка, записать уравнения кинематического баланса цепей. Выполнить схему обработки.

Исходные данные представлены в таблице 13.

№ задачи	Обозначение								
	Скорость резания $v$ , м/мин	Длина зуба $b$ , мм	Перебег долбяка $a$ , мм	Модуль $m$ , мм	Число зубьев нарез колеса $Z_k$	Число зубьев долбяка $Z_d$	Круг. подача $S_{\text{кр.}}$ мм/дв. ход	Радиал. подача $S_p$ , мм/дв. ход	Число проходов к
168	35	40	5	2,25	55	48	0,17	0,045	2
169	25	35	3	3	50	42	0,21	0,048	2
170	30,5	30	2,5	2,25	30	20	0,24	0,006	1
171	28	20	2	1,5	24	20	0,21	0,048	1
172	18	25	3	2	40	35	0,44	0,036	2
173	26	45	3,5	1,5	30	26	0,3	0,024	2
174	24	18	2,5	1,75	35	30	0,18	0,045	1
175	26	32	5	4	60	46	0,33	0,028	2
176	20	28	3,5	3	48	42	0,25	0,024	2
177	18	26	2	2,75	45	30	0,4	0,02	1

178	34	30	2	2,25	65	50	0,35	0,05	2
179	22	32	2,5	2	50	46	0,17	0,048	2
180	21	26	4	2	42	40	0,32	0,05	1
181	19	18	2	1,75	56	50	0,35	0,096	1
182	17	24	2	2,25	64	58	0,4	0,02	1
183	25,5	40	3,5	3	20	18	0,24	0,048	2
184	20,5	35	2,5	1,5	65	45	0,21	0,024	2
185	33	50	3	1,75	40	32	0,18	0,045	2
186	35,5	55	3	3	66	54	0,21	0,036	1
187	29	30	2,5	4	38	34	0,30	0,096	2

### Методические указания

Кинематическая схема представлена в приложении А.

Рекомендуется следующая последовательность настройки станка:

1. Устанавливается долбяк необходимого модуля и с заданным числом зубьев.
2. Устанавливается оправка.
3. На оправку устанавливается заготовка и по индикатору проверяется её биение.
4. Настройка цепи главного движения заключается в определении числа двойных

ходов долбяка

$$n = \frac{1000v}{2L}, \text{ дв. ход./мин}$$

где  $L=b+2a$  - длина хода долбяка, мм

Уравнение кинематического баланса цепи главного движения в общем виде

$$n = 940(\text{или } 1420) \frac{100}{160} 0,985 \frac{44}{44} \left( \text{или } \frac{29}{59}; \text{или } \frac{36}{52} \right) \frac{29}{65} \left( \text{или } \frac{47}{47} \right) \frac{180}{365} 0,985, \text{ дв. ход./мин.}$$

На станке 5140 можно получить 12 различных двойных ходов долбяка. Необходимо принять ближайшее меньшее значение к расчётному числу двойных ходов долбяка и записать уравнение кинематического баланса.

Определяется действительная скорость резания.

$$v_{\text{действ.}} = \frac{2Ln_{\text{действ.}}}{1000}, \text{ м/мин}$$

5. Настройка цепи деления и обката заключается в подборе сменных колёс гитары деления  $\frac{a}{b} \frac{c}{d}$ .

Расчётная формула для настройки гитары имеет вид:

$$\frac{a}{b} \frac{c}{d} = \frac{2Z_{\text{д}}}{Z_{\text{к}}}$$

При настройке следует учесть, что  $a+b=120$ ;  $c=2kZ_{\text{д}}$ , где  $k=1; 2$ .

Межосевое расстояние  $L$  между ведущим валом зубчатого колеса  $a$  и ведомым валом зубчатого колеса  $d$  на станке 5140 находится в пределах:  $220 > L > 160$ .

Модуль сменных зубчатых колёс станка  $m=1,5$  мм.

$$L = \left[ \frac{a+b}{2} + \frac{c+d}{2} \right] m = \left[ \frac{a+b}{2} + \frac{c+d}{2} \right] \cdot 1,5$$

Для настройки гитары деления к станку прилагается комплект колёс с числами зубьев: 24; 30; 30; 32; 36; 38; 40; 40; 44; 45; 46; 48; 50; 50; 51; 52; 54; 55; 56; 57; 58; 59; 60; 60; 61; 62; 64; 65; 66; 67; 68; 70; 70; 71; 72; 73; 74; 75; 76; 78; 79; 80; 80; 82; 83; 84; 85; 86; 88; 89; 90; 90; 91; 92; 94; 96; 97; 98; 100; 100; 101; 102; 103; 104; 106; 107; 108; 109; 112; 113; 114; 115; 116; 118; 120

Необходимо записать уравнение кинематического баланса цепи деления и обката.

6. Настройка цепи круговой подачи заключается в определении передаточного отношения коробки скоростей.

Уравнение кинематического баланса цепи круговой подачи в общем виде:

$$S_{кр} = \underset{\text{1 дв.ход}}{\frac{365}{180}} \cdot 0,985 \cdot \frac{2}{24} \cdot \frac{44}{50} \cdot \frac{45}{40} \cdot \frac{40}{44} \cdot \frac{46}{36} \left( \text{или} \frac{36}{46} \right) \cdot \frac{46}{36} \left( \text{или} \frac{27}{55} \right) \cdot \frac{41}{41} \left( \text{или} \frac{46}{36} \right) \cdot \frac{36}{54} \cdot \frac{54}{46} \cdot \frac{46}{56} \cdot \frac{1}{90} \pi D_{дел}, \quad \text{мм/дв.ход}$$

где  $D_{дел}$  - диаметр делительной окружности, мм.

На станке 5140 можно получить восемь значений круговых подач: 0,22; 0,29; 0,36; 0,45; 0,59; 0,75 мм/дв.ход. Необходимо принять ближайшее меньшее значение круговой подачи к указанной в таблице 13 и записать уравнение кинематического баланса.

7. Радиальная подача осуществляется от клиновой ползушки  $a$ , которая получает перемещение от гидроцилиндра  $b$ .

Величину радиальной подачи устанавливают дросселем. Радиальная подача лежит в пределах от 0,025 до 0,1 мм/дв.ход. Ускоренный подвод осуществляется гидроцилиндром  $в$ .

При решении задачи должна быть выполнена схема обработки с указанием всех необходимых движений.

### Задачи 188 - 206

Произвести настройку зубофрезерного станка модели 5М32 для обработки зубчатого колеса  $и$ , пользуясь кинематической схемой станка, записать уравнение кинематического баланса. Выполнить схему обработки с указанием всех необходимых движений.

Фреза - правая, однозаходная ( $k=1$ ).

Исходные данные представлены в таблице 14.

Номер задачи	Обозначение						
	Скорость резания $v$ , м/мин	Диаметр червячной фрезы $D_{фр}$ , мм	Подача фрезы $S$ , мм/об. зготовки	Модуль $m$ , мм	Число зубьев нарезаемого колеса $Z$	Угол наклона зуба $\beta$ , град	Угол подъёма винтовой линии фрезы $\alpha$ , град
Нарезаемое колесо прямозубое ( $S_{верт}$ - вертикальная подача)							
188	35	100	2	3,5	80	-	3°43'
189	25	75	1,8	4,0	35	-	3°5'
190	30	90	1,6	5,5	40	-	4°3'
191	20	100	0,8	5	38	-	3°20'
192	23	80	1,5	6,5	32	-	2°20'
193	40	110	1,2	3,5	45	-	3°41'
194	60	90	1,25	1,5	25	-	3°46'
195	65	75	1,2	5,5	30	-	3°6'
196	30	105	1,65	2,25	28	-	1°42'
Нарезаемое колесо червячное ( $S_{рад}$ - радиальная подача)							
197	40	85	0,8	4,5	50	-	2°28'
198	25	65	1,2	2,5	55	-	4°3'
199	35	80	0,18	5	38	-	1°30'
200	50	100	1,5	6,5	80	-	4°
201	40	90	1,2	6	30	-	3°6'
Нарезаемое колесо спиральное левое ( $S_{верт}$ - вертикальная подчча)							
202	25	65	1,2	1,5	36	8	1°40'
203	30	90	2	3,5	42	20	3°45'
204	35	75	2,5	5	55	10	3°46'
205	25	30	1	3,5	60	16	3°6'
206	40	110	1,25	2,5	64	18	2°26'

#### Методические указания

Кинематическая схема представлена в приложении Б.

Рекомендуется следующая последовательность настройки станка:

1. Устанавливается заготовка.
2. Устанавливается фреза. Угол  $\gamma$  установки фрезы определяется в зависимости от нарезаемого колеса.

Для цилиндрических прямозубых колёс  $\gamma = \alpha$ , где  $\alpha$  - угол подъёма винтовой линии фрезы, град.

Для цилиндрических колёс с винтовыми зубьями  $\gamma = \beta \pm \alpha$ , где  $\beta$  - угол наклона зубьев нарезаемого колеса, град.

Для нарезания червячных колёс методом радиальной или осевой подачи ось фрезы расположена горизонтально, т.е.  $\gamma=0$ .

3. Настройка цепи главного движения заключается в определении передаточного отношения коробки скоростей.

Частота вращения фрезы определяется по формуле:

$$n = \frac{1000v}{\pi D_{фр}}, \text{ мин}^{-1}$$

Уравнение кинематического баланса цепи главного движения в общем виде:

$$n = 1460 \frac{26}{63} \frac{51}{51} \left( \text{или} \frac{45}{57}; \text{или} \frac{57}{45} \right) \frac{69}{44} \left( \text{или} \frac{51}{62}; \text{или} \frac{32}{81} \right) \frac{29}{29} \frac{29}{29} \frac{20}{80}, \text{ мин}^{-1}$$

Переключение электромагнитных муфт коробки скоростей обеспечивает 9 значений частот вращения фрезы. Необходимо принять ближайшее меньшее значение к расчётной частоте вращения фрезы и записать уравнение кинематического баланса.

Определяется действительная скорость резания

$$v_{дейст} = \frac{\pi D_{фр} n_{дейст}}{1000}, \text{ м/мин}$$

4. Настройка цепи деления и обката заключается в подборе сменных колёс гитары

$$\text{деления} \frac{a}{b} \frac{c}{d}.$$

Расчётная формула для настройки гитары деления имеет вид:

$$1) \frac{a}{b} \frac{c}{d} = \frac{24k}{Z}, \text{ при } Z \leq 161$$

$$2) \frac{a}{b} \frac{c}{d} = \frac{48k}{Z}, \text{ при } Z > 161$$

К станку прилагается следующий набор сменных колёс для гитар деления и дифференциала. 23; 24; 25; 30; 33; 35; 37; 40; 40; 41; 43; 45; 47; 48; 50; 53; 55; 58; 59; 60; 61; 62; 65; 67; 70; 71; 73; 75; 79; 80; 83; 85; 87; 89; 90; 92; 95; 98; 100.

Необходимо записать уравнение кинематического баланса цепи деления и обката.

5. Настройка цепи подач фрезы производится в зависимости от вида нарезаемого

5.1. Вертикальная подача – для нарезания цилиндрических зубчатых колёс с прямыми и винтовыми зубьями.

Настройка цепи вертикальной подачи заключается в определении передаточного отношения коробки подач.

Уравнение кинематического баланса цепи вертикальной подачи в общем виде имеет вид:

$$S_{верт} = 1 \text{ об.заг.} \frac{96}{1} \frac{35}{35} \frac{33}{33} \frac{2}{26} \frac{40}{56} \frac{33}{67} \left( \text{или} \frac{50}{50}; \text{или} \frac{67}{33} \right) \frac{55}{45} \left( \text{или} \frac{50}{50}; \text{или} \frac{45}{55} \right) \frac{45}{55} \frac{50}{45} \frac{45}{45} \frac{1}{24} 10,$$

мм/об.заг.

На станке 5М32 переключением электромагнитных муфт можно получить 9 значений подач. Необходимо принять ближайшее меньшее значение к заданному в таблице 14 и записать уравнение кинематического баланса.

5.2. Радиальная подача - при нарезании червячных колёс методом радиальной подачи. Настройка цепи радиальной подачи заключается в определении передаточного отношения коробки подач.

Уравнение кинематического баланса имеет вид:

$$S_{\text{рад}} = \text{об.заг.} \cdot \frac{96}{1} \frac{35}{35} \frac{33}{33} \frac{2}{26} \frac{40}{56} \frac{33}{67} \left( \text{или} \frac{50}{50}; \text{или} \frac{67}{33} \right) \frac{55}{45} \left( \text{или} \frac{50}{50}; \text{или} \frac{45}{55} \right) \frac{45}{55} \frac{45}{50} \frac{34}{61} \frac{1}{36} 10,$$

мм/об.заг.

На станке 5М32 переключением электромагнитных муфт можно получить 9 значений подач. Необходимо принять ближайшее меньшее значение к заданному в таблице 14 и записать уравнение кинематического баланса.

6. Настройка цепи дополнительного вращения заготовки (цепи дифференциала) заключается в подборе сменных колёс в гитаре дифференциала

$$\frac{a_1 c_1}{b_1 d_1}.$$

Используется эта цепь для нарезания цилиндрических колёс с винтовыми зубьями или червячных колёс методом осевой подачи.

Расчётная формула для настройки дифференциала имеет вид:

$$\frac{a_1 c_1}{b_1 d_1} = \frac{7,95775 \sin \beta}{m k}$$

где  $\beta$  - угол наклона зуба, град;

m - модуль нарезаемого колеса, мм;

k - число заходов фрезы.

Необходимо записать уравнение кинематического баланса цепи дифференциала.

## Вопросы 207 - 229

Таблица 15.

№ вопроса	Содержание вопроса.
207	Назначение, классификация и типы станков с ЧПУ фрезерной группы конструктивные особенности, применяемые устройства ЧПУ.
208	Многоцелевые станки с ЧПУ, назначение, особенности компоновки конструкции привода главного движения и привода подач. Применяемые устройства ЧПУ. Типы и конструкции инструментальных
209	Назначение, область применения и классификация шлифовальных станков. Устройство и работа хонинговальных, притирочных станков и станков для суперфиниширования.
210	Шлифовальные станки с ЧПУ: их назначение, типы, конструктивные особенности, компоновка.
211	Назначение, область применения и классификация зубообрабатывающих станков. Зубоотделочные станки: зубошевинговальные, зубошлифовальные.

212	Назначение и область применения зубообрабатывающих станков с ЧПУ, применяемые устройства с ЧПУ.
213	Назначение и область применения станков для электрофизических методов обработки. Станки для ультразвуковой обработки.
214	Электроэрозионные станки: электроискровые, электроимпульсные, анодно-механические: их назначение, принцип работы.
215	Агрегатные станки, их преимущества, область применения. Компонентные схемы, стандартные узлы.
216	Станки, работающие методом пластического деформирования.
217	Какой станок примените для обработки рабочих элементов вырубных штампов, фасонных фильер в матрицах, фасонных резцов, шаблонов?
218	Основные определения, назначение, классификация и технические характеристики промышленных роботов.
219	Системы программного управления промышленными роботами.
220	Захватные устройства промышленных роботов.
221	Промышленные роботы агрегатно-модульного типа.
222	Гибкие производственные модули.
223	Роботизированные технологические комплексы.
224	Гибкие производственные системы.
225	Системы управления ГПС.
226	Гибкие автоматизированные участки.
227	Гибкие автоматические линии.
228	Транспортно - накопительные системы ГПС.
229	Удаление стружки и подача СОЖ в ГПС.

## 7. Варианты заданий для выполнения контрольной работы № 2

Предпоследняя цифра шифра	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	114 128 148 168 207	116 130 150 170 209	119 133 153 173 212	123 137 157 177 216	115 142 162 182 221	120 128 148 188 227	127 135 155 204 211	121 143 163 193 219	116 132 152 202 228	126 142 162 171 215
1	115 129 149 169 208	118 132 152 172 211	122 136 156 176 215	127 141 161 181 220	119 147 167 187 226	126 134 154 203 210	120 142 162 192 218	115 131 151 201 227	125 141 161 170 214	121 131 151 180 224
2	117 13 151 171 210	121 135 155 175 214	126 140 160 180 219	118 146 166 186 225	125 133 153 102 209	119 141 161 191 217	114 130 150 200 226	124 140 160 169 213	120 130 150 179 223	116 139 159 188 209
3	120 134 154 174 213	125 139 159 179 218	117 145 165 185 224	124 132 152 201 208	118 140 148 190 216	127 129 149 199 225	123 139 159 168 212	119 129 148 178 222	122 138 158 187 208	120 146 165 195 216
4	124 138 158 178 217	114 144 164 184 223	123 131 151 200 207	117 139 159 189 215	126 128 148 198 224	122 138 158 190 211	118 128 148 177 221	127 137 157 186 207	119 145 165 194 215	126 132 152 201 222
5	116 143 163 183 222	122 130 150 190 229	116 138 158 188 214	125 147 167 197 223	121 137 157 200 221	117 147 167 176 220	126 136 156 185 229	118 144 164 193 214	125 131 151 200 221	118 137 157 206 227
6	121 129 149 189 228	115 136 157 206 213	124 146 166 196 222	120 136 156 175 219	116 146 165 175 219	25 135 155 184 228	117 143 163 192 213	124 130 150 199 220	117 136 156 205 226	122 141 161 171 208
7	114 137 156 205 212	123 145 165 195 221	115 135 155 205 208	115 145 165 174 218	124 134 154 183 227	116 142 162 191 212	123 129 149 198 219	116 135 155 204 225	121 140 160 170 207	125 144 164 201 211
8	122 144 164 194 220	118 134 154 204 207	114 144 164 173 217	123 133 153 182 226	115 141 161 190 211	122 128 148 197 218	115 134 154 203 224	122 129 159 169 229	124 143 163 200 210	127 146 166 203 213
9	117 133 153 203 229	127 143 163 172 216	122 132 152 181 225	114 140 160 189 210	121 127 167 196 217	114 133 153 202 223	119 130 158 168 228	123 142 162 172 209	126 145 165 202 212	115 147 167 204 214

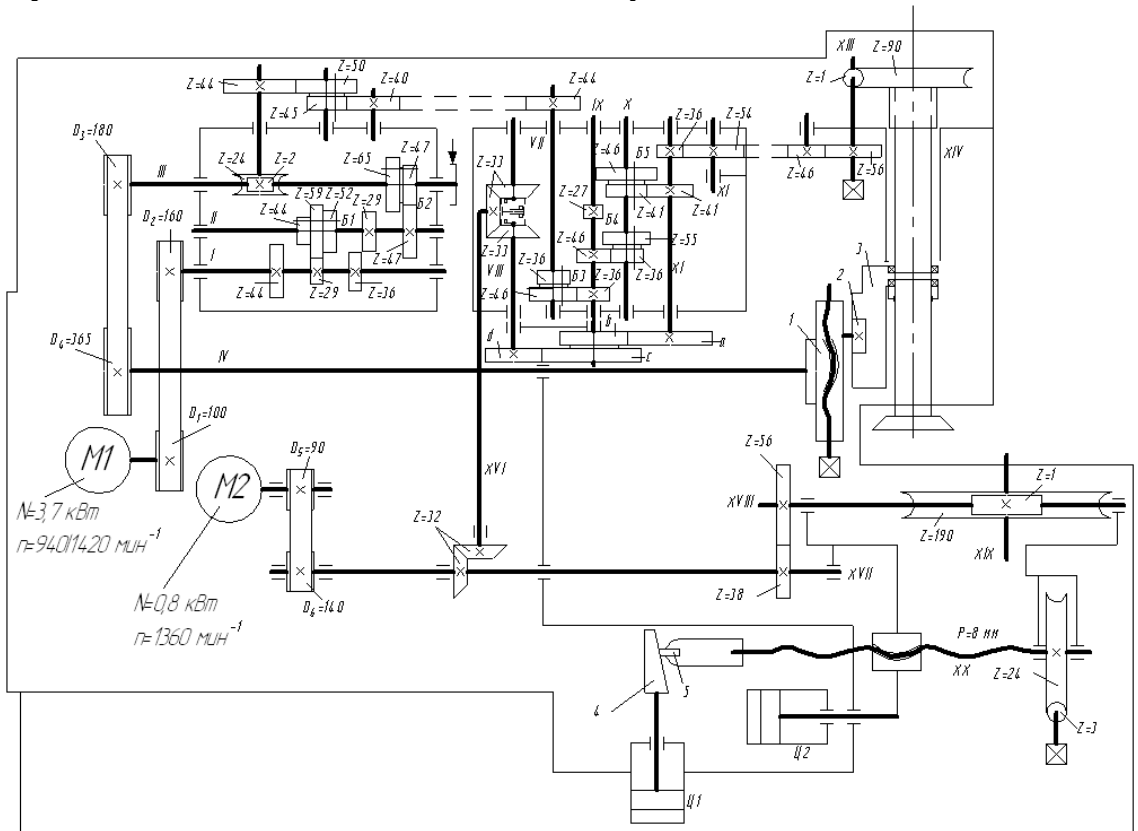


## 8. Показатели оценки домашних контрольных работ

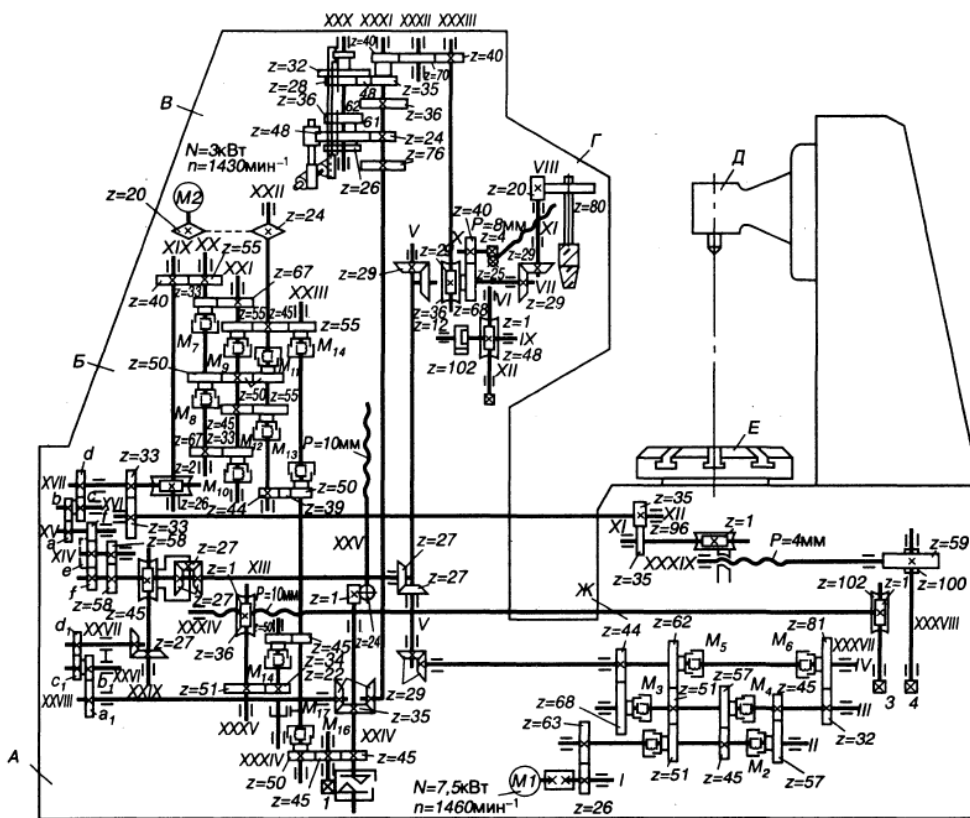
Отметка	Показатели оценки
Не зачтено	Несоответствие варианту ДКР, воспроизведение отдельных объектов изучения программного учебного материала, предъявленных в готовом виде (типов металлорежущих станков, составных узлов металлорежущих станков, отдельных терминов и т. д.), наличие многочисленных существенных ошибок, нарушение методических указаний в оформлении ДКР, отсутствие списка использованных источников
Зачтено	Раскрытие сущности вопросов, развернутое описание и объяснение классификации металлорежущих станков, назначения типовых механизмов металлорежущих станков, порядка наладки металлорежущих станков по кинематической схеме, назначения станков с программным управлением, их конструкции, кинематики и настройки, назначения станков токарно-винторезной, сверлильно-расточной, фрезерной, шлифовально-доводочной, строгально-протяжной, зубообрабатывающей групп, назначения станков для электрофизической и электрохимической обработки, раскрытие сущности механической обработки деталей на металлорежущих станках, обоснование и доказательство роли металлорежущих станков, станков с ЧПУ в повышении качества машиностроительной продукции и эффективности производства, подтверждение аргументами, фактами и расчетами, формулирование выводов, отсутствие существенных ошибок и нарушений методических указаний в оформлении ДКР

## Приложения

### Приложение А Кинематическая схема зубодолбежного станка 5140



### Приложение Б Кинематическая схема зубофрезерного станка 5М32



## Приложение В Образец титульного листа

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

# ДОМАШНЯЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №

---

(наименование предмета)

Вариант №

Преподаватель

\_\_\_\_\_

(инициалы, фамилия)

Выполнил учащийся

\_\_\_\_\_

(инициалы, фамилия)

\_\_\_\_\_ курса \_ учебной группы \_\_\_\_\_

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

Шифр учащегося \_\_\_\_\_

2023

## Список использованных источников

1. **Аверьянов, О. И.** Технологическое оборудование : учебное пособие / О. И. Аверьянов, И. О. Аверьянова, В. В. Клепиков. – М., 2022.
2. **Бушуев, В. В.** Металлорежущие станки : учебник. В 2-х томах / В. В. Бушуев. М., 2012.
3. **Вереина, Л. И.** Металлообрабатывающие станки : учебник для вузов / Вереина Л. И. - М., 2017.
4. **Гаврилин, А. М.** Металлорежущие станки: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования В 2 т. / А.М. Гаврилин и др. - М, 2012.
5. **Завистовский, С. Э.** Металлорежущие станки: пособие / С.Э.Завистовский. - Минск, 2015.
6. **Логинов, Н. Ю.** Металлорежущие станки: практикум / Н. Ю. Логинов, М. В. Гомельский. - Тольятти, 2019.
7. **Мещерякова, В. Б.** Металлорежущие станки с ЧПУ : учебное пособие / В.Б. Мещерякова, В.С. Стародубов. - М., 2021.
8. **Станки с ЧПУ: Устройство, программирование, инструментальное обеспечение и оснастка : учебное пособие / А. А. Жолобов, Ж. А. Мрочек, А. В. Аверченков [и др.]. - Москва, 2017.**
9. **Сибикин, М. Ю.** Технологическое оборудование. Металлорежущие станки : учебник / М.Ю. Сибикин. – М., 2021.
10. **Схиртладзе, А.Г.** Технологическое оборудование машиностроительных производств: учебное пособие / А. Г. Схиртладзе. - М., 2002.
11. **Черпаков, Б. И.** Технологическое оборудование машиностроительных производств: учебник для студ. учреждений среднего проф. образования / Б.И. Черпаков. - М, 2015.
12. **Чернов, Н. Н.** Технологическое оборудование (металлорежущие станки): учебное пособие / Н. Н. Чернов. - Ростов-на-Дону, 2009.