

УДК  
744  
М - 545

**МИНИСТЕРСТВО ОБЩЕГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**МОСКОВСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
(ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)**

---

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
по курсу  
ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА  
СХЕМА КИНЕМАТИЧЕСКАЯ  
ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ**

Москва



1997

МИНИСТЕРСТВО ОБЩЕГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МОСКОВСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено  
учебным управлением МЭИ

Методические указания  
по курсу

Инженерная графика

**СХЕМА КИНЕМАТИЧЕСКАЯ ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ**

Москва

Издательство МЭИ

1997

УДК  
744  
М 545  
УДК:744:69(072)

Методические указания по курсу "Инженерная графика"  
Схема кинематическая принципиальная. Радионова Л.К., Полтав-  
цева Т.А. - М.: Изд-во МЭИ, 1997. - 24 с.

Представлены основные сведения о схеме кинематической прин-  
ципальной. Даны правила и приведены примеры ее оформления.

Предназначены для студентов машиностроительных специальностей.

Радионова Л.К., Полтавцева Т.А.

Методические указания  
по курсу

"Инженерная графика"

СХЕМА КИНЕМАТИЧЕСКАЯ ПРИНЦИПАЛЬНАЯ

(Кафедра инженерной графики)

Редактор С.И.Трофимченко

Редактор издательства Е.А.Улановская

---

Темплан издания МЭИ 1995 (1), метод.

Формат 60x84/16

Подписано к печати 10.10.96

Печ.л. 1,5

Уч.-изд.л. 1,2

Тираж 1000

Изд. 127

Заказ 866 т

---

Типография НИИ "Геодезия"  
г.Красноармейск, ул.Центральная, д.16



Московский энергетический институт, 1997 г.

## 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СХЕМАХ

Схема - графический конструкторский документ, на котором составные части изделия, и связи между ними представлены в виде условных изображений и графических обозначений.

Назначение схемы - уяснить связь между отдельными элементами монтируемого устройства без уточнения его конструктивных особенностей. Являясь составной частью конструкторской документации, схема содержит необходимые данные для проектирования, регулировки, контроля, ремонта и эксплуатации изделия, поясняет принцип действия и последовательность процессов при работе механизма, прибора, устройства, установки, сооружения и т.п.

## 2. ВИДЫ И ТИПЫ СХЕМ

Виды и типы схем изделий всех отраслей промышленности и общие требования к выполнению схем устанавливает ГОСТ 2.701-84.

Виды схем, определяемые видами элементов, входящих в изделие, присваиваемое им условное обозначение, представлены в табл. I.

Таблица I

Виды схем

Виды схем	Обозначение видов схем
Электрические	Э
Гидравлические	Г
Пневматические	П
Кинематические	К
Оптические	Л
Вакуумные	В
Газовые	Х
Энергетические	Р
Деления на составные части	Е
Комбинированные	С

Типы схем определяются их основным назначением и представлены в табл.2.

Таблица 2

## Типы схем

Типы схем	Обозначение типов схем
Структурная	1
Функциональная	2
Принципиальная	3
Соединения (для электрических схем монтажные)	4
Подключения	5
Общие	6
Расположения	7
Объединенные	0

Наименование схемы определяется ее видом и типом. Например, схема электрическая принципиальная - (ЭЗ), кинематическая функциональная - (К2). Обозначения, показанные в скобках, называются шифром схемы и входят в классификационную характеристику схемы. Например, МИИТ.ХХХХХХ.000 ЭЗ.

Структурная схема разрабатывается при проектировании изделия на стадии, предшествующей разработке схем других типов, и используется для получения общего представления об изделии. Структурная схема определяет основные части изделия, их назначение и взаимосвязь. Составные части изображают в виде прямоугольников. Допускается отдаленные элементы показывать в виде условных графических обозначений.

Наименования, буквенно-цифровые обозначения составных частей изделия вписывают внутрь прямоугольника. Они должны быть расшифрованы на поле схеме в таблице произвольной формы.

Функциональная схема поясняет процессы, протекающие в отдельных цепях изделия или в изделии целом. Она используется при изучении принципа работы при наладке, контроле или ремонте изделия.

На схеме изображают функциональные части изделия, участвующие в определенном процессе, и связи между этими частями. При этом рекомендуется приводить на схеме технические характеристики составных частей (рядом с графическими обозначениями или на свободном поле чертежа), поясняющие надписи и диаграммы.

Принципиальная схема (полная) определяет полный состав элементов и связей между ними и дает детальное представление о принципе работы изделия. Она служит основанием для разработки других конструкторских документов, например, для монтажных схем и черте-

жей. Схема используется при изучении принципа работы изделия, а также при его наладке, работе и ремонте.

### 3. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СХЕМ

Все виды схем выполняются в соответствии с общими требованиями ГОСТ 2.701-84. Перечислим их.

1. Схемы выполняются на листах стандартных форматов, определяемых ГОСТ 2.302-68.

2. Наименование схемы вписывается в графу I основной надписи после наименования изделия, для которого выполняется схема, шрифтом меньшего размера, чем наименование изделия (рис.1).

3. Каждой схеме присваивается код, который ставится после классификационной характеристики изделия. Например, МИФТ ХХХХХХ.000 К2 (рис.1).

				МИФТ ХХХХХХ. 012.К3		
Изм/Испл	И/Докум	Подп.	Дата	Робот манипулятор схема кинематическая принципиальная		
Разраб	Лихоб М					
Проб	Райлинова			Лист	Масса	Масштаб
Контр				4		-
Утв				Листов		
				МЭИ каф. ИГ. гр С-12-96		

Рис.1. Заполнение основной надписи конструкторского документа "Схема"

4. Схемы выполняются без учета действительного пространственного расположения частей изделия и без соблюдения масштаба. Условные графические обозначения элементов на схеме допускается располагать в том же порядке, в каком они расположены в изделии.

5. Стандартные условные графические элементы изображают по размерам, установленным соответствующими стандартами на данные виды схем. Если размеры стандартом не установлены, то условные графические обозначение должны иметь такие же размеры, как стандартные графические элементы. Их допускается пропорционально увеличивать или уменьшать на один коэффициент для всей схемы.

6. Условные графические обозначения элементов и связи между ними выполняются линиями одной толщины от 0,2 до 1 мм. Они постоянны для всех схем данного изделия.

7. Условные графические обозначения элементов дополняются буквенно-цифровым обозначением (буква берется из соответствующего ГОСТа, а цифра присваивается при выполнении схемы), которые представляются над элементом или справа от него вертикально, или повернутыми на угол  $45^\circ$  против часовой стрелки.

8. Условные графические изображения элементов на схеме изображают в положении, в котором они даны в соответствующих стандартах, или повернутыми на угол, кратный  $90^\circ$ . Допускается поворачивать обозначения на угол, кратный  $45^\circ$ , или изображать их зеркально повернутыми (рис.2).

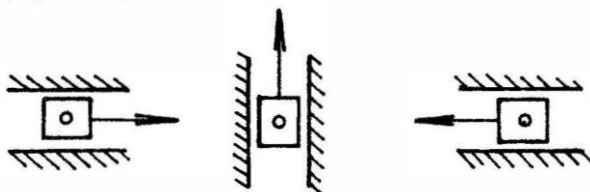


Рис.2. Расположение элементов на схеме на примере ползуна

9. На схемах допускается приводить различные технические данные, характер которых определяется видом и типом схемы, Эти сведения помещают около графических обозначений (по возможности справа или сверху) или на свободном поле схемы (по возможности под основной надписью). Около графических обозначений элементов и устройств помещают, в частности, номинальные значения их параметров, а на свободном поле - диаграммы, таблицы, текстовые указания (рис.6).

10. Графические обозначения элементов и линии связи располагают на схеме таким образом, чтобы обеспечить наилучшие представления о структуре изделия и взаимодействии его составных частей. Линии связи должны состоять из горизонтальных и вертикальных отрезков, иметь минимальное число пересечений и изломов. В отдельных случаях допускается применять наклонные отрезки линий связи, длину которых следует по возможности ограничивать. Расстояние между соседними параллельными линиями связи должно быть не менее 3 мм.

II. Конструкторский документ "схема" содержит перечень эле-

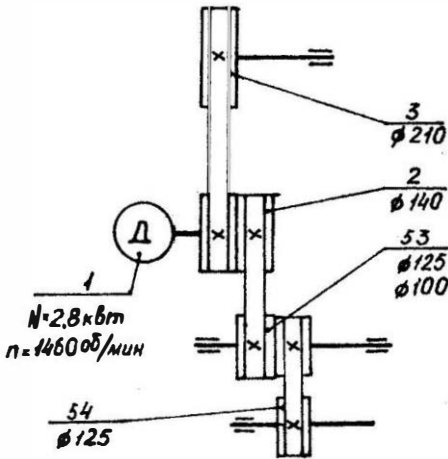


Рис.3. Пример нанесения параметров элементов на кинематической схеме

ментов, входящих в нее. Перечень элементов помещают на первом листе схемы (если схема расположена на нескольких листах) или выполняется в виде самостоятельного документа. В этом случае код перечня документов состоит из буквы "П" и кода соответствующей схемы. Например, код перечня схемы электрической принципиальной будет "ПКЗ".

12. Перечень элементов оформляют в виде таблицы (рис.4), заполняемой сверху вниз. При выполнении перечня на первом листе схемы его располагают над основной надписью, на расстоянии не менее 12 мм от нее. При необходимости продолжение перечня элементов помещают слева от основной надписи, повторяя головку таблицы.

13. В графах перечня указывают следующие данные: "Поз., обозначение" - позиционное буквенно-цифровое обозначение элементов, "Наименование" - наименование элемента схемы; "Кол." - количество одинаковых элементов; "Примечание" - технические данные элемента, не содержащиеся в его наименовании.

14. Элементы записывают в перечень группами в алфавитном порядке буквенно-цифровых обозначений. Каждая группа состоит из на-



Поз. Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание

Рис.4. Таблица перечня элемента

звания группы (названия элементов) и перечня элементов группы. Группы отделяются друг от друга несколькими свободными строками - для облегчения внесения изменений в нее.

Внутри группы элементы с одинаковым буквенным обозначением располагают в порядке возрастания порядкового номера.

Элементы одного вида с одинаковыми параметрами, имеющие на схеме последовательные порядковые номера, допускается записывать в перечень одной строкой. При этом "Поз. обозначение" вписывают только позиционные обозначения с наименьшим и наибольшим порядковыми номерами, а в графе "Кол." указывают общее число этих элементов.

Элементы, встречающиеся в схеме один раз, записываются в строчку без названия группы.

#### 4. КИНЕМАТИЧЕСКИЕ СХЕМЫ

Машины состоят из деталей. Д е т а л ь - изделие, изготовленное из однородного материала, без применения сборочных операций. В машине могут быть десятки и сотни тысяч деталей.

Совокупность деталей, объединенных одним назначением, образует узел. Характерными примерами узлов являются редукторы, коробки передач, муфты и т.п.

Неподвижные и взаимно неподвижные, скрепленные между собой детали называются звеньями. В механических узлах машины наиболее часто встречаются такие звенья: кривошип, коромысло, шатун, ползун, кулиса, кулачок.

К р и в о ш и п - звено рычажного механизма, совершающее

**полный** оборот вокруг неподвижной оси.

**К о р о м ы с л о** - вращающееся звено рычажного механизма, которое совершает неполный оборот вокруг неподвижной оси.

**Ш а т у н** - звено рычажного механизма, образующее кинематические пары только с подвижными звеньями.

**П о л з у н** - звено рычажного механизма, образующее поступательную пару со стойкой.

**К у л и с а** - звено рычажного механизма, вращающееся вокруг неподвижной оси и образующее с другим неподвижным звеном поступательную пару.

**К у л а ч о к** - звено, профиль которого, имея переменную кривизну, определяет движение ведомого звена.

Соединение двух соприкасающихся звеньев, допускающее их относительное движение, называется кинематической парой.

Совокупность звеньев, соединенных кинематическими парами, предназначенными для преобразования одного вида движения в другой, называется **механизмом**.

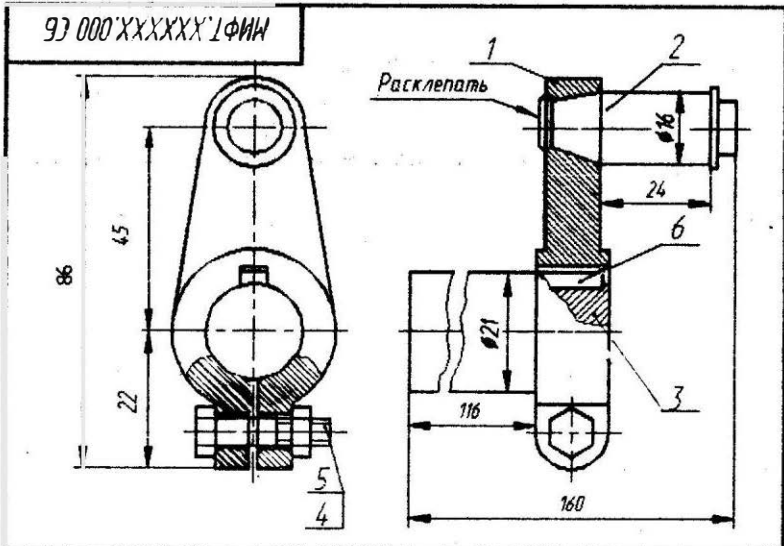
Для изучения работы механизмов, выполнения кинематических расчетов, определения направления вращения, числа оборотов, а также сборки, регулирования и наладки используются кинематические схемы. Этот конструкторский документ определяет связь подвижных элементов устройства и их взаимодействие.

В кинематических схемах важно показать работу стайка, указать порядок сцепления колес, последовательность передачи движений и т.д. Рассмотрим это на примере работы кривошипа. На рис.5 дан оборочный чертёж кривошипа - спецификация кривошипа, а на рис.6 - кинематическая схема, поясняющая его работу. Кривошип передает движение от шатуна к валу, преобразуя поступательное движение поршня во вращательное движение вала. Он представляет собой эксцентрично расположенный палец (дет.2), соединенный посредством плеча (дет.1) с валом (дет.3), которому сообщает вращательное движение. С пальцем кривошипа шарнирно соединяется шатун, идущий от поршня.

## 5. ВЫПОЛНЕНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ПРИНЦИПАЛЬНОЙ СХЕМЫ

Кинематические схемы выполняют в соответствии с общими требованиями ГОСТ 2.701-84 по правилам, которые устанавливает ГОСТ 2.703-68.

В зависимости от назначения кинематические схемы подразделя-



Формат Лист №/вс	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
		Документация		
	МИФТ.ХХХХХХ.000 СБ	Сборочный чертёж		
		Детали		
1	МИФТ.ХХХХХХ.001	Плечо	1	
2	МИФТ.ХХХХХХ.002	Палец	1	
3	МИФТ.ХХХХХХ.003	Вал	1	
		Стандартные изделия		
4		Болт М6х25 ГОСТ 7798-80	1	
5		Гайка М6 ГОСТ 3685-82	1	
6		Шпонка 6х6х14 ГОСТ 23360-80	1	

МИФТ.ХХХХХХ.000 СБ			
Кривошип			
Сборочный чертёж			
Изм.	Лист	№ документа	Подпись Дата
Разраб.			
Провешл.			
Т.контр.			
Н.контр.			
Чтв.			
		Лист	Числа
		у	1:1
		Лист	Листов 1
		МЭИ Кафедра ИГ	

Рис.5. Сборочный чертёж кривошипа

МИФТ.ХХХХХХХ.000 КЗ

Поз. обозна-чение	Наименование	Кол. Примечание
I	Вал	1
1	Поршень	1
2	Цилиндр	1
3	Шатун	1
4	Кривошип	1
5	Опора	1

МИФТ.ХХХХХХХ.000 КЗ

Изм.	Лист	докум.	Лист	Дата	Кривошип Схема кинематическая принципиальная			Лит.	Масса	Масш.	
Разраб.								4			
Проб.								Лист	Листов		
У.контр.								МЭИ			
Нач. отд.								Кафедра ИЯ			
Н.контр.											
Утв.											

Рис.6. Схема кинематическая принципиальная кривошипа

ются на структурные, функциональные и принципиальные.

Кинематическая принципиальная схема представляет совокупность кинематических элементов и их соединений, предназначенных для осуществления регулирования, управления и контроля заданных движений исполнительных органов. Схема отражает кинематические связи (механические и немеханические) внутри исполнительных органов, между отдельными парами, цепями и группами, а также связи с источником движения.

1. Принципиальные схемы вычерчивают в виде развертки. Способ получения развернутого обозначения показан на рис. 7б. Здесь центр  $O$  колеса  $A$  перемещается в направлении, указанном стрелкой, по дуге до положения  $O_2$ , т.е. до того момента, когда центры  $O_1$  и  $O_2$  располагаются на одной вертикальной прямой. При таком условно развернутом положении и получена ортогональная проекция, изображенная на рис. 7а, на котором ни одно колесо не закрывает часть другого. При этом значительно улучшается чтение схемы, несмотря на нарушение проекционной связи между изображениями.

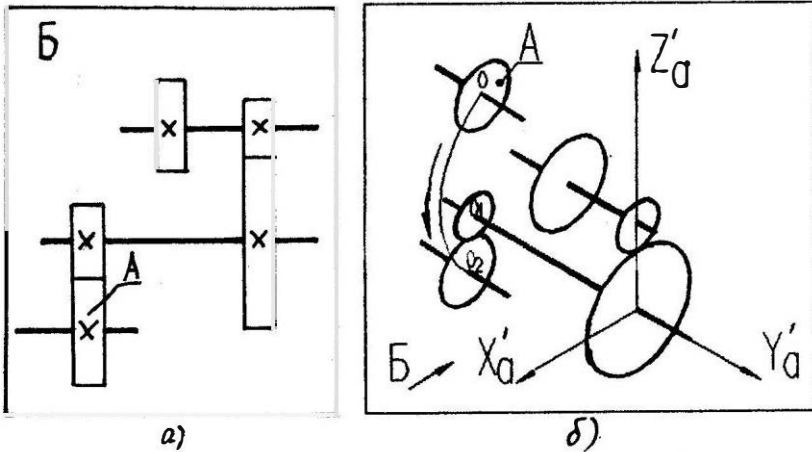


Рис. 7. Развернутое изображение зубчатой передачи  
а - ортогональное развернутое изображение;  
б - пояснение получения развернутого изображения

2. Все элементы на схеме показывают условными графическими

обозначениями в соответствии с ГОСТ 2.770-68ж. Примеры условных графических обозначений элементов машин и механизмов приведены в табл.5. Соотношения размеров условных графических обозначений взаимодействующих элементов на схеме должны примерно соответствовать действительному соотношению размеров этих элементов в изделии.

3. Каждому условному графическому элементу присваивают порядковый номер, начиная от источника движения, или буквенно-цифровое позиционное обозначение. Валу допускается нумеровать римскими цифрами, остальные элементы - только арабскими цифрами (рис.8). Под полкой линии-выноски указывают основные характеристики и параметры кинематического элемента.

Буквенные коды наиболее распространенных механизмов, установленные ГОСТ 2.703-68ж приведены в табл.3.

Таблица 3

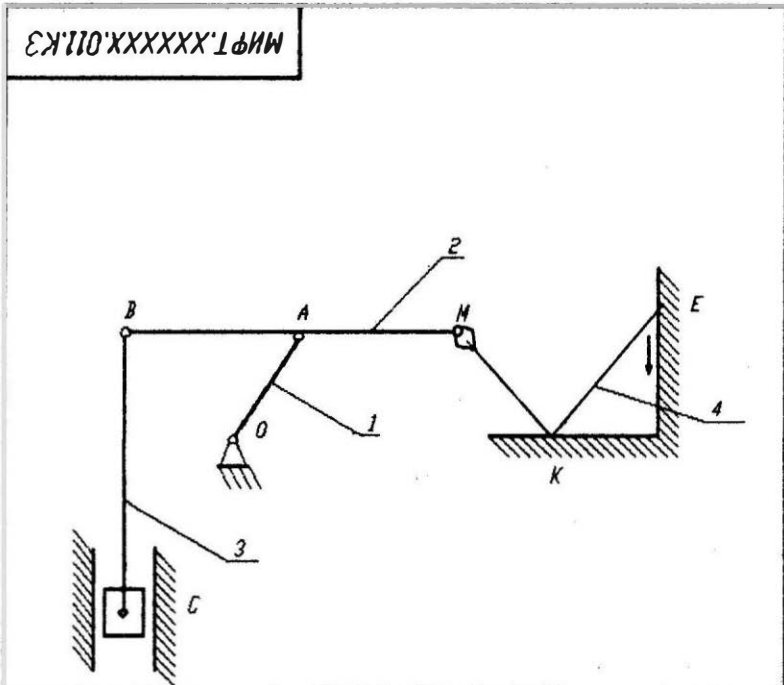
Буквенные коды наиболее распространенных элементов механизмов

Код	Элементы механизмов
А	Механизм. Общее назначение
В	Валы (связанные с двигателем)
С	Элементы кулачковых механизмов (кулачок, толкатель, ползун, захваты)
Е	Разные элементы
Н	Элементы механизмов с гибкими звеньями (ремень, цепь)
К	Элементы рычажных механизмов
М	Источник движения (двигатель)
Р	Элементы мальтийских и храповых механизмов
Т	Элементы зубчатых и фрикционного механизмов (зубчатое колесо, зубчатая рейка, зубчатый сектор, червяк)
Х	Муфты, тормоза
К	Элементы рычажных механизмов (коромысло, кулиса, шатун)

4. Линии, которыми изображают элементы на кинематических схемах приведены в табл.4.

5. На кинематических принципиальных схемах на полках линии-выносок указывают:

- наименование каждой кинематической группы элементов, учитывая их основное функциональное назначение (например, коробка круговых передач, рис.9);





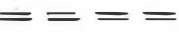



Поэ обознач	Наименование	Кол	Примечание
L23	Стержни	3	
4	Брус	1	
O	Неподвижное звено	1	
В,А	Кинематическая пара	2	
С	Ползун	1	
М	Захват	1	

				МИФТ ХХХХХХ.011.КЗ			
				РОБОТ МАНИПУЛЯТОР			
				Схема кинематическая принципиальная			
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
					у		
Разработ. Королев							
Проект. Родионова							
Т.контр.							
И.контр. Эль.							
				МЭИ каф. ИГ вр. С-12-94			

Рис.8. Пример оформления схемы кинематической принципиальной

Таблица 4  
Линии для изображения элементов на кинематической  
принципиальной схеме

Линии	Толщина	Элементы
 Сплошная толстая	$S$	Валы, оси, стержни, шатуны
 Сплошная тонкая линия, $/2$	$S/2$	Элементы, изображенные упрощенно (т.е. внешними очертаниями)
 Сплошная тонкая линия	$S/3$	Контур изделия, в который включена схема
 Штриховые линии	$S/2$	Кинематические связи между сопряженными звеньями пары, вычерченными раздельно
 Двойные штриховые линии == == == ==	$S/2$	Кинематические связи между элементами или между ними и источником движения через немеханические (энергетические) участки
 == == == Три параллельными штриховыми линиями	$S/2$	Расчетные связи между элементами

- основные характеристики и параметры кинематических элементов, определяющие исполнительные движения рабочих органов изделия или его составных частей.

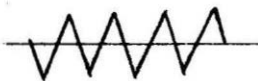
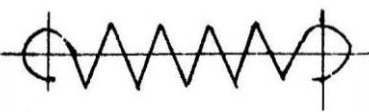

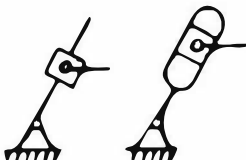
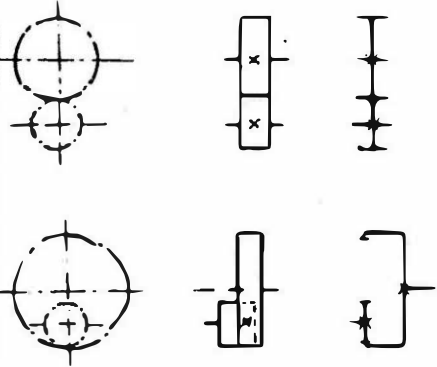
Так для шкивов указывают диаметр и их ширину; для зубчатых колес - модуль и число зубьев каждого колеса (рис. 9); у ходовых винтов - шаг, число заходов и направление резьбы; у электродвигателя - мощность и число оборотов, например,  $N = 1,3 \text{ кВт}$ ,  $n = 960 \text{ об/мин}$ .

Характеристики и параметры кинематических элементов допускается помещать в перечень элементов.





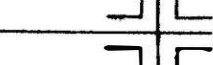
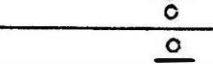


В приложении I показано задание на выполнение кинематической схемы и оформление этой схемы в соответствии с рассмотренными правилами, налагаемыми стандартами.





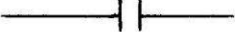
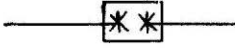
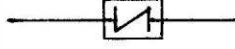
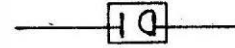
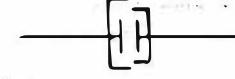
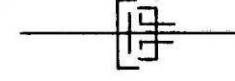
Продолжение табл. 5

I	2
<p>Пружины:</p> <p>а) цилиндрические сжатия</p>	
<p>б) цилиндрические растяжения</p>	
<p>Шарнир</p>	
<p>Кулиса</p>	
<p>Передачи зубчатые (цилиндрические): внешнее зацепление (общее обозначение без уточнения типа зубьев) внутреннее зацепление</p>	

Продолжение табл.5

1	2
<u>Подшипники скольжения:</u> радиальные	
<u>радиально-упорные:</u> односторонние	
двусторонние	
<u>упорные:</u> односторонние	
двусторонние	
<u>Подшипники качения:</u> радиальные	
<u>радиально-упорные:</u> односторонние	
двусторонние	

Продолжение табл.5

1	2
<p><u>упорные:</u> односторонние</p>	
<p>двусторонние</p>	
<p><u>Муфта.</u> Общее обозначение без уточнения типа</p>	
<p><u>Муфта нерасцепляемая (неуправляемая):</u> глухая</p>	
<p>упругая</p>	
<p>компенсирующая</p>	
<p><u>Муфта сцепляемая (управляемая):</u> общее обозначение</p>	
<p>односторонняя</p>	

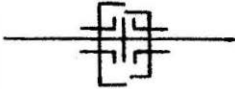
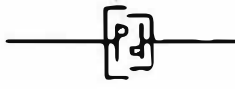
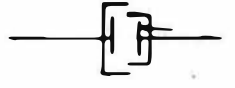
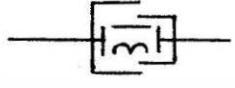
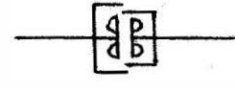


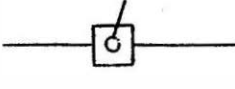
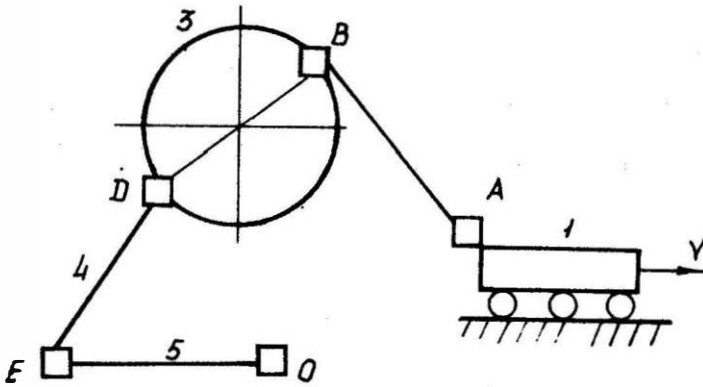
1	2
двусторонняя	
Муфта сцепляемая механическая: синхронная: например зубчатая	
асинхронная, например фрикционная	
Муфта сцепляемая электрическая	
Муфта сцепляемая гидравлическая или пневматическая	
Тормоз. Общее обозначение без уточнения типа	
<u>Звено рычажных механизмов двухэлементное:</u> кривошип, коромысло, шатун	
ползун	

Рис. 10. Задание на выполнение схемы кинематической принципиальной



Кривошип OE приводит в движение посредством шатуна ED, колеса 3 тележку 1; 2, 4, 5 - стержни; 3 - колесо.

2, 4, 5 - стержни;

3 - колесо.

Соединение стержней:

0 - неподвижное звено;

1-2, 2-3, 3-4, 4-5 - кинематические пары.

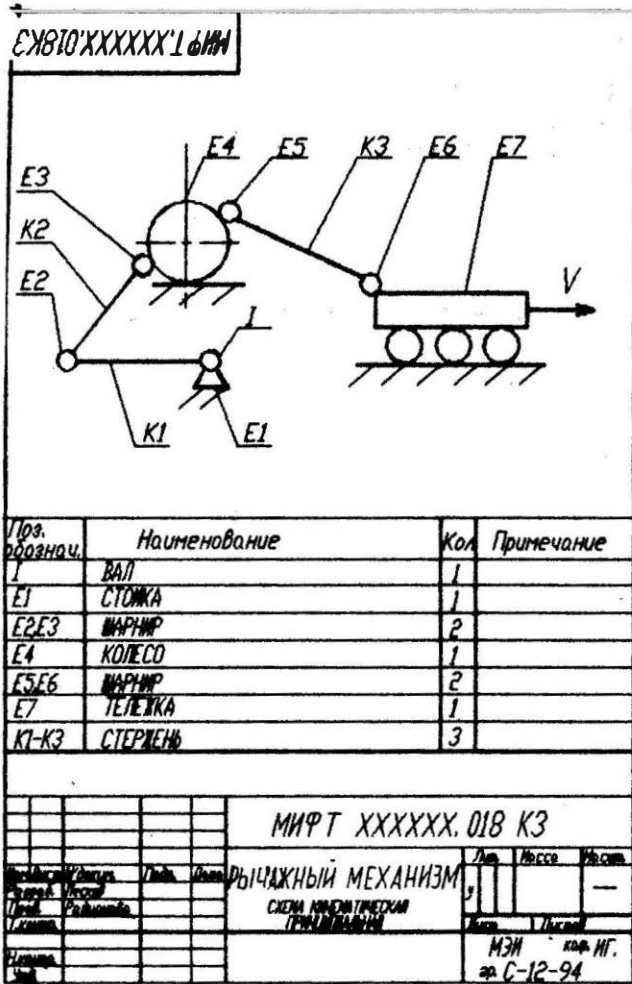


Рис. 11. Выполнение схемы кинематической принципиальной

**СОДЕРЖАНИЕ**

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СХЕМАХ . . . . .	3
2. ВИДЫ И ТИПЫ СХЕМ . . . . .	3
3. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СХЕМ . . . . .	5
4. КИНЕМАТИЧЕСКИЕ СХЕМЫ . . . . .	8
5. ВЫПОЛНЕНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ПРИНЦИПАЛЬНОЙ СХЕМЫ . . . . .	9
ПРИЛОЖЕНИЕ 1.	
Условные графические обозначения элементов кинематики по ГОСТ 2.770-68. . . . .	17
ПРИЛОЖЕНИЕ 2.	
Задание на выполнение схемы кинематической принципиальной . . .	19