



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра «Инженерная и компьютерная графика»

# **Руководство по инженерной графике «Схемы. Правила выполнения и оформления»**

Авторы  
Лавренова Т.В.,  
Чердниченко О.П.

Ростов-на-Дону, 2022

## Аннотация

РУКОВОДСТВО ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ. ЭСКИЗИРОВАНИЕ. ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ. ИЗОБРАЖЕНИЕ ЗУБЧАТЫХ ЗАЦЕПЛЕНИЙ. Учебно-методическое пособие для студентов всех специальностей и форм обучения.

Содержит вводные, справочные и методические материалы по изучаемой теме. Рекомендуется использовать при выполнении упражнений в рабочей тетради и индивидуальных графических заданий по дисциплине «Инженерная графика».

## Авторы

к.т.н., доцент Чередниченко  
ст. преподаватель Лавренова Т.В.



## Оглавление

<b>1. Схемы (ГОСТ 2.102-68...2.701-84).....</b>	<b>4</b>
1.1 Виды и типы схем .....	4
1.2 Общие требования к выполнению схем .....	5
<b>2. Кинематические схемы.....</b>	<b>7</b>
2.1 Общие положения.....	7
2.2 Чтение кинематических схем .....	8
2.3 Условные обозначения элементов кинематических схем (ГОСТ 2. 770-68) .....	9
2.4 Указания к выполнению схемы .....	10
<b>3. Электрические схемы .....</b>	<b>14</b>
3.1 Общие положения.....	14
3.2 Условные обозначения некоторых элементов электрических схем. ГОСТ 2.721-74, 2.722-68, 2.723-68, 2.727- 68, 2.728-74, 2.729-73, 2.730-73, 2.732-68, 2.756-87.....	15
3.3 Буквенные коды видов элементов.....	18
<b>ЛИТЕРАТУРА.....</b>	<b>20</b>

## 1. СХЕМЫ (ГОСТ 2.102-68...2.701-84)

### 1.1 Виды и типы схем

Схема — конструкторский документ, на котором в виде условных изображений и обозначений показаны составные части изделия и связь между ними.

При составлении схем используют следующие термины:

Элемент схемы — минимальная составная часть схемы, имеющая самостоятельное функциональное назначение (например, сопротивление, вал, муфта).

Устройство — совокупность элементов, представляющих единую конструкцию (электронит, плата, блок, шкаф, редуктор).

Функциональная группа — совокупность элементов, не объединённых в одну конструкцию, но выполняющих в изделии определённую функцию (усилитель, модулятор, генератор).

Функциональная часть — элемент, функциональная группа и устройство, выполняющие определённую функцию (усилитель).

Функциональная цепь — линия, канал определённого назначения (канал звука, видеоканал, линия высокого давления).

Линии взаимосвязи — линии, связывающие функциональные части изделия.

В зависимости от характера составных элементов и связей между ними, различают следующие **виды схем**, обозначаемые буквами:

электрические — Э, гидравлические — Г, пневматические — П, газовые —Х, кинематические — К, вакуумные — В, оптические — Л, энергетические — Р, деления на составные части — Е, комбинированные — С.

В зависимости от назначения различают следующие **типы схем**, обозначаемые цифрами:

структурные (1) — поясняющие взаимосвязь основных частей изделия и их назначение;

функциональные (2) — поясняющие процессы, происходящие в изделии или в частях изделия;

принципиальные или полные (3) — отражающие полный состав элементов изделия и связей между ними и дающее де-

тальное представление о принципе его работы;

соединений или монтажные (4) – определяющие провода, кабели, трубопроводы, которыми осуществляется соединение составных частей изделия, а также места их присоединения и ввода (разъёмы, платы, зажимы и т. п.);

подключения (5) – устанавливающие внешнее подключение изделия;

общие (6) – определяющие составные части комплекса и соединение этих частей между собой на месте эксплуатации;

расположения (7) – устанавливающие относительное расположение составных частей изделия;

объединённые (0) – совмещающие в одном документе нескольких типов схем для одного изделия.

Схемы выполняются на листах стандартного формата с основной надписью для чертежей. Обозначение схемы включает в себя обозначение изделия, работа которого на ней отражена, и код, состоящий из буквы и цифры, определяющих соответственно её вид и тип. Например, код схемы электрической монтажной — Э4.

## 1.2 Общие требования к выполнению схем

Чертёж схемы выполняют без соблюдения масштаба. При этом действительное пространственное расположение составных частей изделия учитывают приблизительно, либо вообще не учитывают.

При выполнении схем используют графические обозначения элементов и устройств, которые с линиями связи располагают таким образом, чтобы обеспечить полное представление о структуре изделия и взаимодействие его составных частей.

Линии связи на схеме, представляющие собой горизонтальные или вертикальные отрезки, должны иметь минимальное число пересечений и изломов, а расстояние между соседними параллельными линиями связи должно составлять не менее 3 мм.

Графические обозначения в схемах могут быть: условные, установленные стандартами ЕСКД; в виде упрощённых аксонометрических изображений; в виде прямоугольников и др. Условные графические обозначения (УГО), как и линии связи, выполняют тонкими линиями. УГО элементов могут быть повернуты на угол, кратный 45° или отображены зеркально. Рядом с УГО эле-

## Инженерная графика

мента справа или сверху можно помещать номинальные значения его параметров, а на свободном поле чертежа — различные таблицы, текстовые указания, графики и диаграммы.

Чтение электрических схем начинают от источника напряжения.

Изображённые на схеме элементы обозначают в соответствии со стандартами и вносят в перечень элементов на первом листе схемы или оформляют в виде отдельного текстового документа на листах формата А4.

Графы таблицы с перечнем документов, заполняют следующим образом:

*Поз. обозначение* — позиционное буквенно-цифровое обозначение элементов устройств, функциональных групп;

*Наименование* — наименование элемента;

*Кол.* — число одинаковых элементов;

*Примечание* — технические данные элемента, не содержащиеся в его наименовании.

Таблица с перечнем элементов располагается над основной надписью чертежа на расстоянии не менее 12 мм от неё. Элементы в таблице записывают в графе *Поз. обозначение* группами в алфавитном порядке, а в группах — по возрастанию номеров.

Если перечень не помещается над основной надписью, то оставшаяся его часть размещается слева от основной надписи с повторением головки таблицы.

Перечень элементов в виде отдельного документа имеет код, состоящий из буквы «П» и кода соответствующей схемы. Например, код перечня документов к электрической принципиальной схеме — ПЭЗ. В основной надписи в графе 1 указывают наименование изделия, и, более мелким шрифтом, наименование документа *Перечень элементов*.

Перечень элементов вносят в спецификацию после схемы.

*Порядок чтения схем:*

- по основной надписи чертежа определить тип и вид схемы, а так же наименование изделия, к которому она относится;
- ознакомится с элементами схемы по их графическим обозначениям;
- по наименованию элементов, ознакомиться с их техническими данными;
- по элементам и связям между ними уяснить принцип работы изделия.

## 2. КИНЕМАТИЧЕСКИЕ СХЕМЫ

### 2.1 Общие положения

В зависимости от назначения кинематические схемы подразделяются на принципиальные, структурные и функциональные. **Принципиальная кинематическая схема** представляет собой совокупность элементов и их соединений, предназначенных для регулирования, управления и контроля заданных движений исполнительных органов.

Все элементы схемы показывают условными графическими обозначениями по ГОСТ 2.770-68.

Схему вычерчивают, как правило, в виде развёртки на плоскости или в аксонометрической проекции. Соотношение размеров УГО должно примерно соответствовать соотношениям размеров элементов в натуре. Валы, оси, стержни, шатуны, кривошипы изображают на кинематических схемах основными линиями толщиной  $S$ , контур изделия, в который вписана схема, — сплошными тонкими линиями толщиной  $S/3$ , а остальные элементы — линиями толщиной  $S/2$  (зубчатые колёса, червяки, звёздочки, шкивы, кулачки и др.).

Каждому кинематическому элементу схемы, как правило, присваивают порядковый номер, начиная от источника движения, причём валы нумеруют римскими цифрами, все остальные элементы — арабскими. Порядковые номера элементов наносят на полке линии-выноски, а под полкой указывают основные характеристики и параметры этих элементов.

Примерный перечень характеристик и параметров, указываемых для различных элементов (ГОСТ 2.703-68):

*источник движения* — наименование, тип, характеристика (мощность, число оборотов);

*шкив ременной передачи* — диаметр;

*зубчатое колесо* — число зубьев, модуль, а для косозубых — также направление и угол наклона зубьев;

*червяк* — модуль осевой, число заходов, тип (если он не Архимедов), направление витка и диаметр;

*ходовой винт* — ход винтовой линии, число заходов, надпись LH (для левых резьб).

## Инженерная графика

Чтение схемы начинают с источника движения — электро-двигателя.



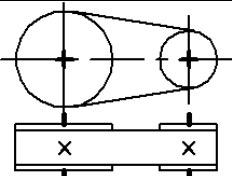
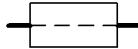
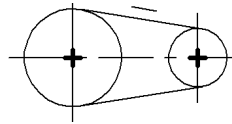
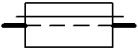
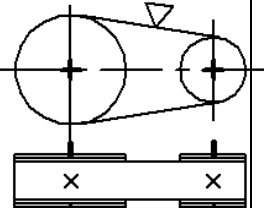
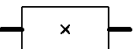
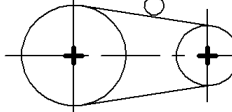
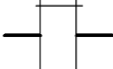
Образец выполнения схемы см. ниже.

## 2.2 Чтение кинематических схем

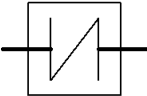
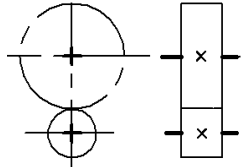
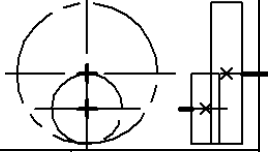
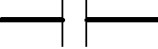
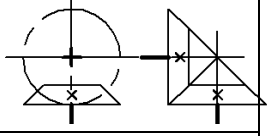

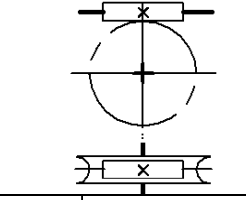
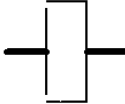
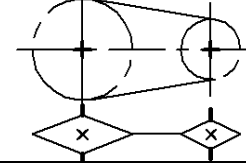
1. Ознакомиться с назначением изделия (в основной надписи).
2. Определить количество и вид источников движения.
3. Определить главное и вспомогательные движения. Главное движение определяется назначением изделия и на него затрачивается большая мощность.
4. По условным графическим обозначениям и характеру связей элементов схемы представить принцип их взаимодействия.
5. Определить начальные и конечные звенья в соответствующих цепях движения (главного, вспомогательного, наладочного и др.).
6. Двигаясь по цепи от начального звена к конечному, установить возможное ветвление движения, предназначенное для изменения кинематических характеристик устройства, либо для параллельной работы нескольких механизмов.
7. Определить направление движения начального и конечного звеньев. Основная цель чтения принципиальной схемы — составление кинематического баланса, необходимого для настройки станка.



### 2.3 Условные обозначения элементов кинематических схем (ГОСТ 2. 770-68)

Наименование	Условное изображение	Наименование	Условное изображение
Ось, вал, стержень		Ременные передачи	
Подшипник скольжения без уточнения типа		без уточнения типа ремня	
Свободное соединение детали с валом при вращении		плоским ремнём	
Подвижное соединение вдоль вала		клиновидным ремнём	
Глухое соединение с валом шпонкой		круглым ремнём	
Глухое соединение двух валов		Передачи зацеплением	

## Инженерная графика

Эластичное соединение двух валов		внешняя цилиндрическая	
Муфты сцепления		внутренняя цилиндрическая	
общее обозначение без уточнения конструкции		коническая	
кулачковая		червячная с цилиндрическим червяком	
дисковая односторонняя		цепная	

### 2.4 Указания к выполнению схемы

1. Задание выполняется на листе А3 (рис. 2). Варианты заданий, а также начертание и размеры элементов кинематической схемы взять из рабочей тетради [1, с. 60-61].

2. Составить печенье элементов кинематической схемы с указанием основных параметров и их количества, разместив его над основной надписью схемы (см. рис. 2), или в виде отдельного документа на формате А4.

3. Дать краткое описание заданной кинематической схемы на формате А4 и вычислить все передаточные отношения (рис. 1). Расчёты производить только для положения шестерён на образце.

## Инженерная графика

4. Передаточным отношением  $i$  называется отношение числа оборотов ведущего вала к ведомому:

$$i = n_N / n_{N+1},$$

где  $n_N$  – число оборотов ведущего вала,

$n_{N+1}$  – число оборотов ведомого вала.

Ведущим называется вал, у которого порядковый номер, отсчитываемый от вала двигателя меньший.

Передаточное отношение  $i$  можно определить, используя параметры передач:

а) для ременной передачи

$$i_1 = D_2 / D_1,$$

где  $D_1$  – диаметр шкива ведущего вала,

$D_2$  – диаметр шкива ведомого вала.

б) для цилиндрической или конической зубчатой передачи

$$i_1 = z_2 / z_1,$$

где  $z_1$  – число зубьев ведущего колеса,

$z_2$  – число зубьев ведомого колеса.

Общее передаточное отношение  $i_0$  от вала двигателя к последнему валу определяется выражением:

$$i_0 = i_1 * i_2 * \dots * i_{N-1} * i_N.$$

Определив общее передаточное отношение  $i_0$ , можно найти число оборотов на последнем валу  $n_k$

$$n_k = n_1 / i_0,$$

где  $n_1$  – число оборотов вала двигателя.



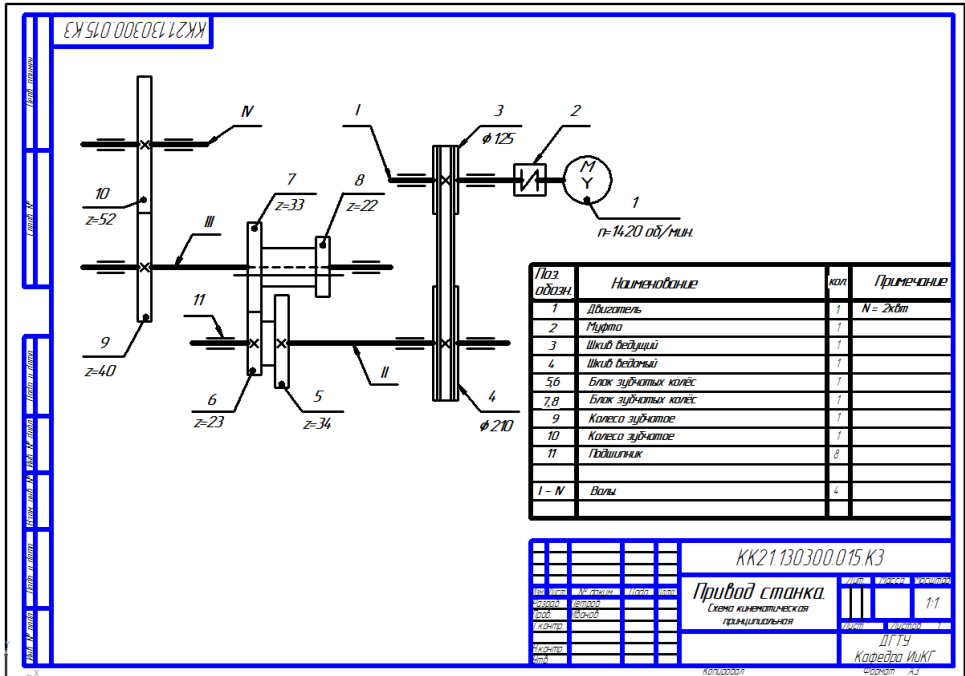


Рис. 2

## 3. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ

### 3.1 Общие положения

Правила выполнения электрических схем (структурных, функциональных, принципиальных, соединений, подключения, общих, расположения) устанавливает ГОСТ 2.702-75. Рассмотрим правила выполнения принципиальных электрических схем, определяющих полный состав элементов изделия и связей между ними и дающих детальное представление о принципах его работы.

Все схемы выполняются в **отключённом** состоянии.

Элементы на схемах изображают в виде УГО, совмещённым или разнесённым способом. При совмещённом способе составные части элементов изображают рядом, при разнесённом способе составные части одного элемента или устройства вычерчивают в разных местах схемы для лучшей их наглядности. УГО должны иметь позиционное обозначение, состоящее из латинских букв, указывающих вид элемента, и порядкового номера (арабскими цифрами), присваиваемого, начиная с единицы в пределах группы элементов, имеющих одинаковый буквенный код (R1, R2, или C1, C2). Если в изделие входит только один элемент, то порядковый номер в его позиционном обозначении можно не указывать.

Порядковые номера обозначениям присваиваются в последовательности расположения элементов сверху вниз и (или) слева направо.

На поле чертежа принципиальной схемы допускается помещать различные текстовые данные:

- указания о марках, сечениях и расцветках проводов и кабелей, посредством которых должны выполняются соединения;
- указания о требованиях к электрическому монтажу изделия;
- указания о назначении отдельных цепей, выполненных разнесённым способом.


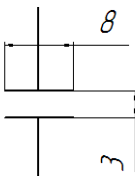
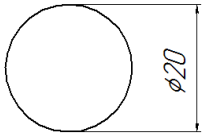
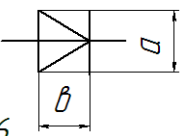

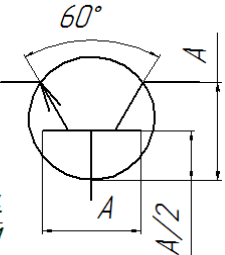
Характеристики входных и выходных цепей изделия на схеме указывают в виде таблицы, присваивая каждой позиционное обозначение соответствующего элемента (т.е. условного графического обозначения, вместо которого она помещена).

Каждая схема должна иметь полный перечень элементов, размещённых над основной надписью, или оформленный в виде


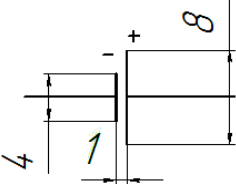
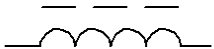
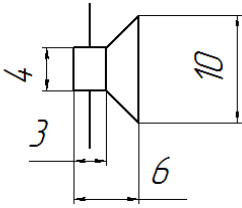
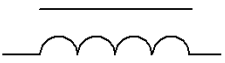
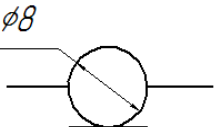
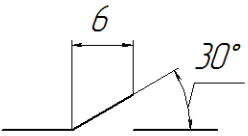
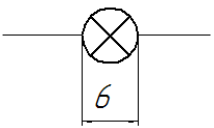

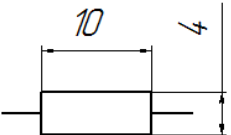
самостоятельного документа на формате А4, с основной надписью для текстовых документов.

Образец выполнения схемы на рис. 3.

### 3.2 Условные обозначения некоторых элементов электрических схем. ГОСТ 2.721-74, 2.722-68, 2.723-68, 2.727-68, 2.728-74, 2.729-73, 2.730-73, 2.732-68, 2.756-87

Наименование	Условное изображение	Наименование	Условное изображение
Линия групповой связи		Конденсатор	
Машина электрическая, общее обозначение		Диод	 $\frac{a}{b} \left  \begin{array}{c c} 5 & 6 \\ \hline 4 & 5 \end{array} \right.$
Обмотка трансформатора, дросселя, магнитного усилителя		Транзистор	 $\frac{D}{A} \left  \begin{array}{c c} 12 & 14 \\ \hline 9 & 11 \end{array} \right.$

## Инженерная графика

<p><i>Катушка индуктивности</i></p>		<p><i>Гальванический элемент, аккумулятор</i></p>	
<p><i>Катушка индуктивности с магнитоэлектрическим сердечником</i></p>		<p><i>Громкоговоритель</i></p>	
<p><i>Катушка индуктивности с ферромагнитным сердечником</i></p>		<p><i>Микрофон</i></p>	
<p><i>Контакт замыкающий</i></p>		<p><i>Лампа осветительная</i></p>	
<p><i>Линия электрической связи, провод, кабель, шина</i></p>		<p><i>Резистор, общее обозначение</i></p>	



## Инженерная графика

КК21130300.017.33

Имя и Фамилия	
Группа	
Дата и время	
Имя и Фамилия	
Группа	
Дата и время	

По аб-значению	Наименование	кол.	Примечание
R1, R2	Резисторы МПТ-025-5,6кОм ГОСТ 7193-66	2	
Конденсаторы			
C1	КМ-50-Н50-9,0Г ОЖ0460043 ТУ	1	
C2, C4	КТ-16-1147-100 ОЖ0460030 ТУ	2	
C3, C5	КМ-6-Н90-10 ОЖ0460061 ТУ	2	
L1, L2	Катушки и индуктивности VII 06 0473.003 ТУ	2	
G1	Элемент 165Л ГОСТ 3316-65	1	
S	Тумблер ПТЗ 0100360063 ТУ	1	
B	Громкоаппарат О5 ГД-III ГОСТ 5.470-72	1	
Др1, Др2	Дроссели Д-10 Шт 3.362002 ТУ	2	
Диоды			
VD1	ДТК ГОСТ 14.758-69	1	
VD2	Д20 ШТЗ-362003 ТУ	1	
Транзисторы			
VT1	КТ2035 ШНО336.001 ТУ	1	
VT2	КТ118А ЖЗ3365.238 ТУ	1	

КК21130300.017.33	
Приемник	Лист
Схема электрическая принципиальная	Листов 1
Коллектор	ДПТУ
Кафедра ИИКТ	Формат А3

Рис. 3

### 3.3 Буквенные коды видов элементов

Устройства	(общее	обозначение)	A
Преобразователи неэлектрических величин в электрические и наоборот:			
громкоговоритель,	телефон,	микрофон	
_____ B			
Конденсаторы			
_____ C			
Схемы	интегральные,	микросборки	
_____ D			
Элементы разные: нагревательные и лампы осветительные			
Разрядники,	предохранители,	устройства защиты	
_____ E			
_____ F			
Генераторы,	источники	питания	
_____ G			
Устройства	индикационные	и	сигнальные
_____ H			
Реле,	контакты,	пускатели	
_____ K			
Катушки	индуктивности,	дроссели	
_____ L			
Двигатели	постоянного	и	переменного тока
_____ M			
Приборы,	измерительное	оборудование	
_____ P			
Выключатели	и разъединители	в силовых цепях	
_____ Q			
Резисторы			
_____ R			
Устройства	коммутационные,	выключатели	кнопочные
_____ S			
Трансформаторы,		автотрансформаторы	
_____ T			

## Инженерная графика

Устройства связи, преобразователи электрических величин в электрические\_\_ U

Приборы электровакуумные и полупроводниковые\_\_\_\_\_ V

Линии \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_ элементы СВЧ \_\_\_\_\_ W

Соединения \_\_\_\_\_ контактные \_\_\_\_\_ X

Устройства механические с электрическим приводом: электромагнит и др. \_\_\_\_\_ Y

Устройства оконечные, фильтры, ограничители \_\_\_\_\_ Z

## ЛИТЕРАТУРА

1. РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ по инженерной графике / Ростов-на-Дону; Издательский центр ДГТУ, 2013, 67 с.
2. Козырев Э.В., Кадеров Х.К. Кинематические принципиальные схемы: Метод. Указания по курсу инженерной графики / РГАСХМ, 1998. – 32 с.
3. Болтухин А.К., Васин С.А., Вяткин Г.П., Пуш А.В. Инженерная графика. Конструкторская информатика в машиностроении: Учебник для втузов. 3-е изд. Перераб. и доп. М.: Машиностроение, 2005. – 555 с.; ил.
4. Попова Г.Н., Алексеев С.Ю. Машиностроительное черчение: Справочник. СПб.: Политехника, 2008. – 2005. – 474 с.; ил.
5. Фазлулин Э.М., Халдинов В.А.. Инженерная графика: учебник для студ. высш. учеб. заведений – 2-е изд., испр. / - М.: Издательский центр "Академия", 2008. – 400с.
6. Чекмарев, А.А. Справочник по машиностроительному черчению / А. А. Чекмарев, В. К. Осипов. - 8-е изд., стер. - М.: Высш. шк., 2008. - 493 с.