

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

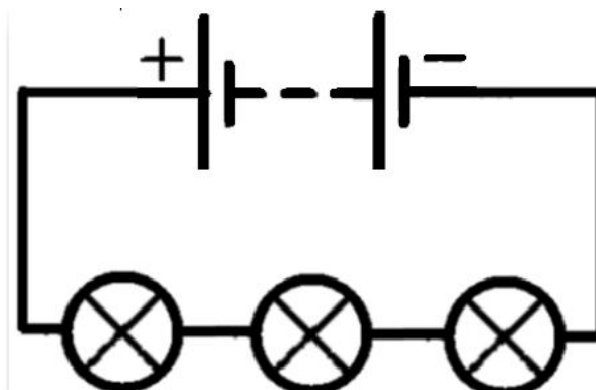
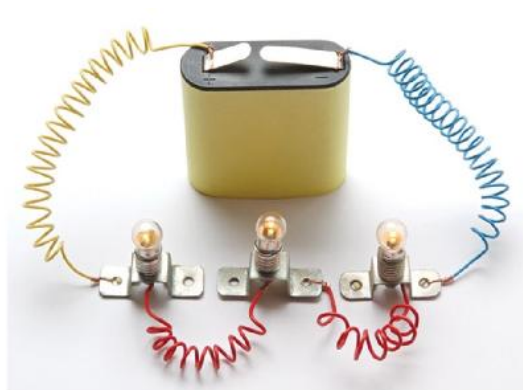
Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Кафедра начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графики

## ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ В ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ

Учебно-методическое пособие  
для студентов технических специальностей  
всех форм обучения



Севастополь  
СевГУ  
2021

УДК 744.42: 621(075.8)  
ББК 30.11я73  
С84

**Р е ц е н з е н т :**

**Е.В. Хромов** – канд. техн. наук, доцент кафедры ЭМСС

*Составители :* Ю.О. Стреляная, О.В. Мухина

**С84      Электрические принципиальные схемы в инженерной графике :**  
учебно-методическое пособие к выполнению задания расчетно-графической и самостоятельной работы по дисциплинам «Начертательная геометрия и инженерная графика», «Инженерная графика» для студентов технических специальностей всех форм обучения / Севастопольский государственный университет, Политехнический институт, кафедра начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графики; сост.: Ю.О. Стреляная, О.В. Мухина. – Севастополь: СевГУ, 2021. – 61 с.; ил. – Текст : электронный.

Первый раздел учебно-методического пособия содержит цель и содержание расчетно-графической работы, общие сведения о схемах и правила выполнения электрических принципиальных схем.

Во втором разделе приведены указания к выполнению расчетно-графической работы и варианты заданий.

В пособии также представлены условные графические обозначения элементов схем и буквенные коды элементов согласно ГОСТ 2.710-81.

Пособие предназначено для студентов технических специальностей, изучающих дисциплину «Инженерная графика» всех форм обучения.

УДК 744.42:621(075.8)  
ББК 30.11я73

Рассмотрено и рекомендовано на заседании кафедры начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графики в качестве учебно-методического пособия для студентов технических специальностей, изучающих дисциплину «Начертательная геометрия и инженерная графика», «Инженерная графика» всех форм обучения, протокол № 9 от 16 апреля 2021 г.

© Стреляная Ю.О., Мухина О.В., сост., 2021  
© ФГАОУ ВО «Севастопольский  
государственный университет», 2021

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
1. ЦЕЛЬ И СОДЕРЖАНИЕ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ .....	4
2. УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ.....	5
3. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СХЕМАХ.....	6
4. ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ СХЕМ.....	10
5. КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ И ОЦЕНКА РАБОТЫ .....	17
6. ОБРАЗЕЦ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ.....	18
Приложение А.....	20
Приложение Б .....	52
Приложение В.....	57
Приложение Г .....	60
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	61

## ВВЕДЕНИЕ

Процесс разработки электротехнической аппаратуры условно делят на несколько этапов: техническое предложение, эскизный проект, технический проект, рабочая конструкторская документация. Практически на каждом этапе проектирования возникает необходимость графически изобразить устройство какого-либо прибора или системы, показав только его составные части и связи между ними. Действительная геометрическая форма и размеры элементов, а также их действительное расположение в конструкции в этом случае для разработчика, не имеют существенного значения.

Стандартами ЕСКД предусмотрен графический конструкторский документ под названием «Схема» и разработаны правила его оформления. По ГОСТ 2.102-2013 схема определяется как конструкторский документ, на котором в виде условных графических изображений или обозначений показаны составные части изделия и связи между ними. Разработанная таким образом схема становится директивой для конструирования изделия, его изготовления и контроля.

В эксплуатации по схемам изучают принцип действия изделия и протекающие в нем процессы. Поэтому значение Графических условных обозначений и правил оформления схем следует рассматривать как неотъемлемую часть общей подготовки специалиста в области инженерной графики.

Из всех видов схем при проектировании электротехнической аппаратуры наибольшее распространение имеют электрические схемы различных типов, прежде всего, электрические принципиальные схемы, основные правила выполнения чертежей которых излагаются в настоящем учебно-методическом пособии.

### 1. ЦЕЛЬ И СОДЕРЖАНИЕ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

**Цель работы** – ознакомить студентов с правилами графического оформления конструкторского документа «Схема электрическая принципиальная».

Основные задачи работы:

1. Ознакомить студентов с типами электрических схем (ГОСТ 2.702-2011).
2. Ознакомить студентов с основными правилами выполнения электрических принципиальных схем (ГОСТ 2.701-2008).
3. Ознакомить студентов с разделом ЕСКД «Обозначения условные графические в схемах» (ГОСТ 2.721-74 и др.)

**Содержание работы.** В качестве задания студентам выдается схема электрическая принципиальная, содержащая изображения электрических элементов и электрические связи между ними.

Студент должен:



На оставшемся поле формата расположить схему так, чтобы расстояния от ее границ до рамки формата были одинаковыми. Условные графические изображения элементов должны быть равномерно распределены в пределах схемы.

2. При вычерчивании схемы вместо кружочков с номерами следует разместить соответствующие условно графические обозначения (УГО) элементов. Размеры УГО элементов выбираются из приложения Б. При этом пространственное расположение элементов и длину линий связи между элементами можно изменять.

3. Каждому элементу следует присвоить позиционное обозначение в соответствии с ГОСТ 2.710-81 (приложение В) и требованиями ГОСТ 2.702-2011.

4. Перечень элементов заполнить в соответствии с требованиями ГОСТ 2.701 с учетом позиционных обозначений элементов, указанных на схеме, и данных об элементах (тип элемента, ГОСТ или ТУ), расположенных в нижней части листа задания.

5. Заполнить все графы основной надписи.

### **3. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СХЕМАХ**

**Термины, определения.** Схема – графический конструкторский документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними (ГОСТ 2.102-2013). Правила выполнения схем содержатся в стандартах седьмой классификационной группы ЕСКД.

В основе построения схем лежит принцип разделения изделия и его схемы на структурные единицы, между которыми устанавливают взаимно однозначное соответствие, что достигается применением адекватных условных графических обозначений или изображений и указанием на схеме характеристик функциональных частей изделия и процессов.

Согласно ГОСТ 2.701-2008 структурными единицами изделия могут быть: элемент схемы – составная часть схемы, которая выполняет определенную функцию в изделии и не может быть разделена на части, имеющие самостоятельное назначение (резистор, трансформатор, насос, распределитель, муфта и т.п.); устройство – совокупность элементов, представляющая единую конструкцию (блок, плата, шкаф, механизм, разделительная панель и т. п.), которая может и не иметь определенного функционального назначения; функциональная группа – совокупность элементов, выполняющих в изделии определенную функцию и не объединенных в одну конструкцию; функциональная часть – элемент, устройство, функциональная группа; функциональная цепь – линия, канал, тракт определенного назначения (канал звука, видео канал, тракт СВЧ и т. п.); установка – условное наименование объекта энергетических сооружений, на который выпускается схема, например, главные цепи; линия взаимосвязи –

отрезок линии, указывающий на наличие связи между функциональными участками изделий.

Каждую функциональную часть изделия характеризуют: наименование, указывающее на ее конкретную функцию в изделии и характер протекающих в ней процессов; состав; параметры реализуемых физических процессов.

Элементы и устройства, кроме того, характеризуют тип и технические данные, определяющие их конкретные конструктивные (форму, размеры, способы крепления и подключения и т. п.) и эксплуатационные (допустимые токи, напряжения, давление и т.п.) свойства.

**Виды и типы схем.** В соответствии с ГОСТ 2.701-84 все схемы в зависимости от видов элементов и связей, входящих в состав изделия, подразделяют на виды, представленные в табл. 1.

Таблица 1 – Виды схем

Вид схемы	Шифр вида	Вид схемы	Шифр вида
Электрическая	Э	Оптическая	Л
Гидравлическая	Г	Энергетическая	Р
Пневматическая	П	Газовая (кроме пневматической)	Х
Кинематическая	К	Деления	Е
Вакуумная	В	Комбинированная	С

В зависимости от основного назначения схемы подразделяют на типы, представленные в табл. 2.

Таблица 2 – Типы схем

Тип схемы	Шифр типа	Назначение схемы
Структурная	1	Определяет основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязи
Функциональная	2	Разъясняет определенные процессы, протекающие в отдельных функциональных цепях изделия (установки) или в изделии (установки в целом)
Принципиальная (полная)	3	Определяет полный состав элементов и связей между ними и, как правило, дает детальное представление о принципах работы изделия (установки)
Соединений (монтажная)	4	Показывает соединения составных частей изделия (установки) и определяет провода, жгуты, кабели или трубопроводы, которыми осуществляются эти соединения, а также места их присоединения и ввода (разъемы, платы, зажимы и т.п.)
Подключения	5	Показывают внешнее подключение изделия
Общая	6	Определяет составные части комплекса и соединения их между собой на месте эксплуатации
Расположения	7	Определяет относительное расположение составных частей изделия (установки), а при необходимости также жгутов, кабелей, проводов, трубопроводов и т.п.
Объединенная	0	Объединяет на одном конструкторском документе схемы двух или нескольких типов, выпущенных на одно изделие (установку)

Схемы **структурные** разрабатывают при проектировании изделий (установок), предшествующих разработке схем других типов, и пользуются ими для общего ознакомления с изделием (установкой).

Схемами **функциональными** пользуются для изменения принципов работы изделий (установок), а также при их наладке контроле и ремонте.

Схемы **принципиальные** применяют для изучения принципов работы изделий (установок), а также при их наладке контроле и ремонте. Они служат основанием для разработки других конструкторских документов, например, схем соединений (монтажных) и чертежей.

Схемами **соединений (монтажными)** пользуются при разработке других конструкторских документов, в первую очередь чертежей, определяющих прокладку и способы крепления проводов, жгутов, кабелей или трубопроводов в изделии (установке), а также для осуществления присоединений и при контроле, эксплуатации и ремонте изделий (установок).

Схемы **подключения** используют при разработке других конструкторских документов, а также для осуществления подключений изделий и при их эксплуатации.

Схемы **общие** служат для ознакомления с комплексами, а также при их контроле и эксплуатации. Схему общую на сборочную единицу допускается разрабатывать при необходимости.

Схемами **расположения** пользуются при разработке других конструкторских документов, а также при эксплуатации и ремонте изделий (установок).

**Обозначение схем.** Каждой схеме присваивают шифр, состоящий из буквы, определяющей вид схемы, и цифры, обозначающей тип схемы. Например, схема электрическая принципиальная обозначается ЭЗ, схема гидравлическая принципиальная – ГЗ, схема электрическая соединений – Э4 и т.д.

**Некоторые общие требования к выполнению схем.** Комплект (номенклатура) схем на изделие (установку) должен быть минимальным, но содержать сведения в объеме, достаточном для проектирования, изготовления, эксплуатации и ремонта изделия (установки).

Форматы листов схем выбирают в соответствии с требованиями, установленными ГОСТ 2.301-68 и ГОСТ 2.004-79; при этом основные форматы являются предпочтительными. Выбранный формат должен обеспечить компактное выполнение схемы, не нарушая ее наглядности и удобства пользования ею. Схемы выполняются без соблюдения масштаба, действительное пространственное расположение составных частей изделий (установки) не учитывают или учитывают приближенно.

Графические обозначения элементов (устройств, функциональных групп) и соединяющие их линии связи располагают на схеме таким образом, чтобы обеспечить наилучшее представление о структуре изделия и взаимодействии его составных частей. Расстояние (просвет) между двумя соседними линиями графического обозначения, должно быть не менее 1,0 мм. Расстояние между



соседними параллельными линиями связи должно быть не менее 3,0 мм. Расстояние между отдельными условными графическими обозначениями должно быть не менее 2,0 мм. При выполнении схем применяют, как правило, условные графические обозначения, установленные стандартами ЕСКД, а также обозначения, построенные на их основе. При необходимости применяют нестандартные условные графические обозначения. Условные графические обозначения элементов изображают в размерах, установленных в стандартах условных графических обозначений. При необходимости все размеры графических обозначений допускается пропорционально изменять. Графические обозначения на схемах выполняют линиями той же толщины, что и линия связи. Условные графические обозначения элементов на схеме в положении, в котором они приведены в соответствующих стандартах, или повернутыми на угол, кратный  $90^\circ$ , если в соответствующих стандартах отсутствуют специальные указания. Допускается условные графические обозначения – поворачивать на угол, кратный  $45^\circ$ , или изображать зеркально повернутыми. В последнем случае не должен нарушаться смысл или удобочитаемость обозначения. Условные графические обозначения, содержащие цифровые или буквенно-цифровые обозначения, допускается поворачивать против часовой стрелки только на угол  $90^\circ$  или  $45^\circ$ . Линии связи выполняют толщиной от 0,2 до 1,0 мм в зависимости от форматов схемы и размеров графических обозначений. Рекомендуемая толщина линий от 0,3 до 0,4 мм. Линии связи должны состоять из горизонтальных и вертикальных отрезков и иметь наименьшее количество углов и взаимных пересечений. В отдельных случаях допускается применять наклонные отрезки линий связи, длину которых следует по возможности ограничивать.

Перечень элементов помещают на первом листе схемы или выполняют в виде самостоятельного документа.

На схемах допускается, помещать различную текстовую информацию (технические данные элементов и устройств, диаграммы, таблицы, необходимые технические указания и т. п.). Такая информация может быть расположена:

- рядом с графическими обозначениями;
- внутри графических обозначений;
- над линиями связи;
- в разрыве линий связи;
- рядом с концами линий связи;
- на свободном поле схемы (по возможности над основной надписью).

#### 4. ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ СХЕМ

**Общие сведения.** Схема электрическая принципиальная – конструкторский документ, на котором в виде условных графических изображений или обозначений показаны все электрические элементы или устройства, необходимые для осуществления и контроля в изделии заданных электрических процессов, все электрические связи между ними, а также электрические элементы (разъемы, зажимы и т. п.), которыми заканчиваются входные и выходные цепи.

Условные графические изображения некоторых электрических и радиоэлементов приведены в приложении Б.

Принципиальная схема отражает полный состав частей изделия и все связи между ними, поэтому она дает детальное представление о принципе работы изделия. Принципиальная схема – самая важная среди всех типов схем.

Являясь результатом теоретической и исследовательской разработки изделия, она служит заданием для его конструирования, а также используется при изготовлении изделия, его наладке, контроле и ремонте.

**Выполнение принципиальной схемы.** При выполнении электрических принципиальных схем следует, прежде всего, руководствоваться общими требованиями к выполнению схем, некоторые из них изложены выше. Здесь приводятся дополнительные правила и рекомендации для выполнения электрических принципиальных схем. Принципиальные схемы выполняют для изделий, находящихся в отключенном положении. В технически обоснованных случаях допускается отдельные элементы схемы изображать в выбранном рабочем положении с указанием на поле схемы режима, для которого изображены эти элементы. Элементы и устройства изображают на схемах совмещенным или разнесенным способом.

При совмещенном способе составные части элементов или устройств изображают на схеме в непосредственной близости друг к другу (рис 2, а).

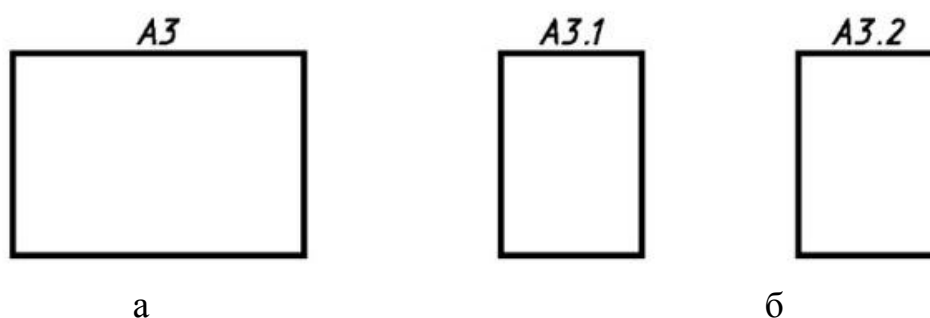


Рис. 2 – Совмещенный (а) и разнесенный (б) способ изображения электрического элемента

При разнесенном способе составные части элементов и устройств изображают на схеме в разных местах таким образом, чтобы отдельные цепи изделия были изображены наиболее наглядно (рис. 2, б).

Разнесенным способом допускается изображать все и отдельные элементы или устройства.

**Позиционные обозначения элементов.** Каждый элемент или устройство, входящие в изделие и изображенные на схеме, должны иметь позиционное обозначение в соответствии с требованиями ГОСТ 2.710-81. Позиционные обозначения элементам (устройствам) следует присваивать в пределах изделия (установки).

Позиционное обозначение элемента (устройства) состоит из одной или двух букв, присвоенных группе элементов (устройств) изделия, и порядкового номера, присваиваемого каждому элементу (устройству) в пределах группы, например С1, С2 и т.д.; КМ1, КМ2 и т. д., начиная с единицы.

Буквенные коды элементов устанавливает ГОСТ 2.710-81. Коды некоторых элементов приведены в приложении В.

Порядковые номера элементов присваивают в соответствии с последовательностью их расположения на схеме сверху вниз в направлении слева направо (рис. 3). Если в изделии имеется только один элемент с данным кодом, то его порядковый номер в позиционное обозначение этого элемента не включают.

В случае, когда изделие содержит только один вид элемента, принадлежащего к некоторой группе, для его обозначения используют только первую (обязательную) букву кода, присвоенного данной группе элементов.

Позиционные обозначения проставляют на схеме рядом с условными графическими обозначениями элементов (устройств) с правой стороны или над ними.

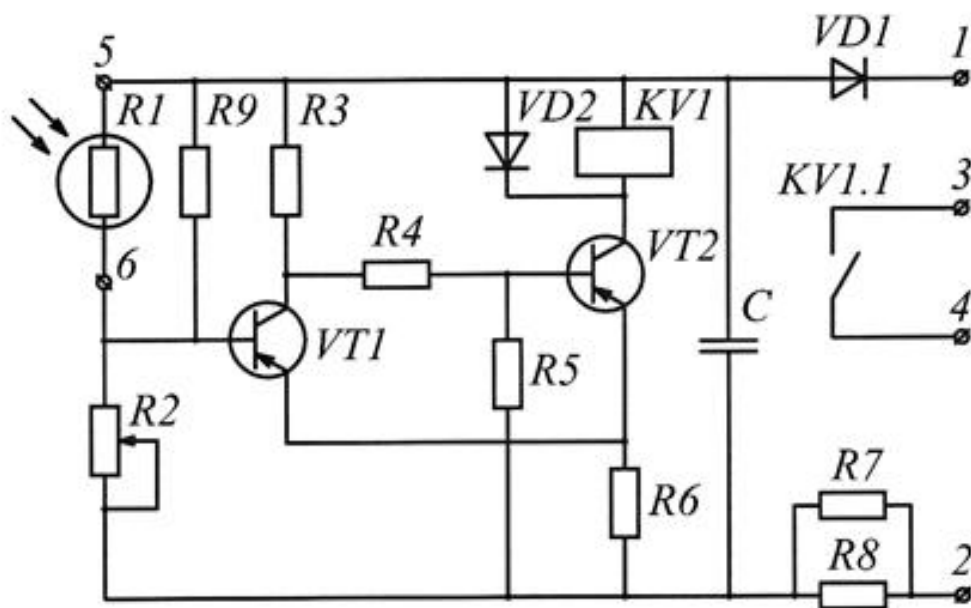


Рис. 3 – Электрическая принципиальная схема

Нельзя отделять позиционное обозначение от условного графического обозначения элемента линиями взаимосвязи.

**Характеристики элементов схемы.** В некоторых случаях (например, в принципиальных схемах на полупроводниковую интегральную микросхему) около условных графических и позиционных обозначений указывают номиналы резисторов и конденсаторов. При этом допускается применять упрощенный способ обозначения единиц измерений (рис. 4):

*для резисторов*

от 0 до 999 Ом – без указания единиц измерения (3,6; 10; 180 и т.д.);

от  $1 \cdot 10^3$  до  $999 \cdot 10^3$  Ом в килоомах с обозначением единицы измерения строчной буквой к (12к; 180к и т.д.)

от  $1 \cdot 10^6$  до  $999 \cdot 10^6$  Ом в мегаомах с обозначением единицы измерения прописной буквой М (2,7М; 100М и т.д.);

свыше  $1 \cdot 10^9$  Ом – в гигаомах с обозначением единицы измерения прописной буквой Г (1Г; 2,7Г и т.д.);

*для конденсаторов*

от 0 до  $9999 \cdot 10^{-12}$  Ф – в пикофарадах без указания единиц измерения;

от  $1 \cdot 10^{-8}$  до  $9999 \cdot 10^{-6}$  Ф – в микрофарадах без указания единиц измерения. При этом емкость записывают либо в виде десятичной дроби (0,05; 0,15; 0,5 и т.д.), либо в виде целого числа с нулем через запятую (1,0; 10,0; 500,0 и т.д.).

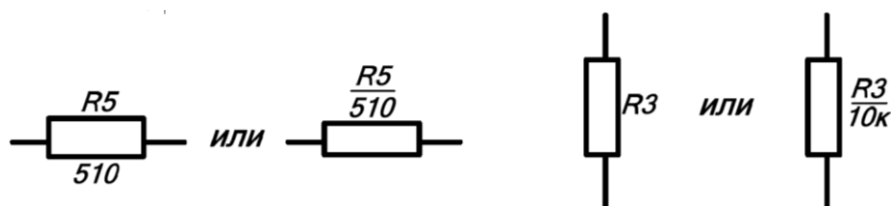


Рис. 4 – Упрощенный способ обозначения единиц измерений около условных графических обозначений

Важным параметром резистора является номинальная рассеиваемая мощность, т.е. мощность, которая рассеивается на резисторе длительное время без вреда для его работоспособности. Номинальную рассеиваемую мощность указывают на схемах условными знаками внутри символа резистора. Например, мощность 62 мВт обозначают тремя наклонными чертами; 0,125 Вт – двумя; 0,25 Вт – одной; 0,5 Вт – чертой, параллельной большим сторонам прямоугольника; а мощности 1, 2,5 Вт и более – соответствующими римскими цифрами (рис. 5).

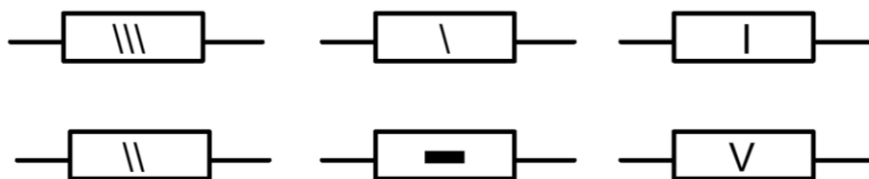


Рис. 5 – Условное обозначение мощности рассеивания резисторов

Полные данные об элементах приводят в перечне элементов, связь которого со схемой обеспечивается с помощью позиционных обозначений элементов.

**Таблица входных (выходных) данных.** Характеристики входных и выходных цепей изделия (частоту, напряжение, силу тока и др.) рекомендуется записывать в таблицы, помещаемые взамен условных графических обозначений входных и выходных элементов – разъемов, плат и т.д. На рис. 6, а приведены размеры таблицы входных (выходных) данных и пример заполнения. В графе «Конт» указываются номера контактов разъема, в графе «Цепь» записываются характеристики электрических цепей изделий. Для удобства изображения схемы таблицу можно выполнять зеркально повернутой, как это показано на рис. 6, б.

<b>Конт</b>	<b>Цепь</b>	
1	+150 В	
2	6,3 В; 1,7 А	
3	-75 В	
4	6,3 В; 1,7 А	

*а*

<b>Цепь</b>	<b>Конт</b>
+150 В	1
6,3 В; 1,7 А	2
-75 В	3
6,3 В; 1,7 А	4

*б*

Рис. 6 – Таблица входных (выходных) данных:

а – пример заполнения таблицы; б – вариант зеркально отраженной таблицы

**Условности и упрощения выполнения схем.** При наличии в изделии нескольких одинаковых (по наименованию типу и номиналу) элементов, соединенных параллельно, рекомендуется вместо изображения всех элементов параллельного соединения (рис. 7, а) изображать только одну ветвь, указав количество ветвей при помощи обозначения ответвления (рис. 7, б, в). Около графических обозначений элементов, изображенных условно в одной ветви, проставляют их позиционные обозначения, при этом должны быть учтены все элементы, входящие в это параллельное соединение.

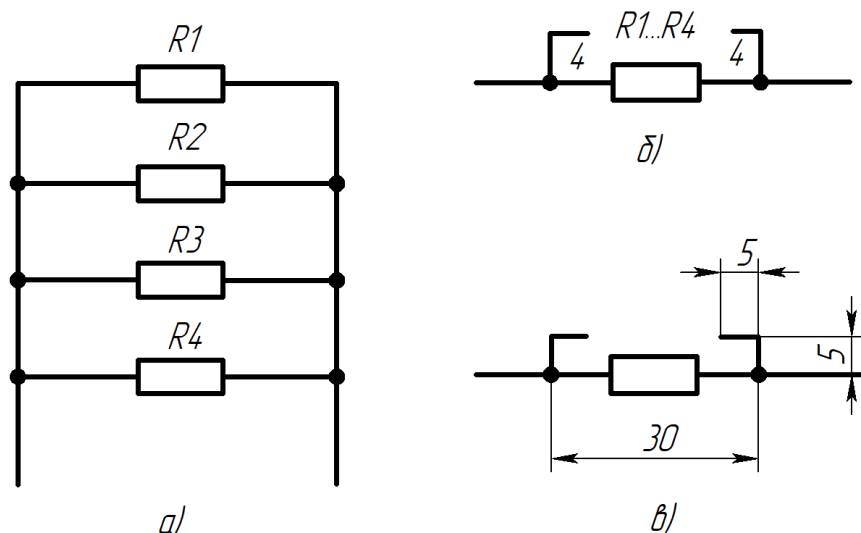


Рис. 7 – Изображение нескольких одинаковых элементов, соединенных параллельно:  
а) действительное; б) условное; в) размеры условного обозначения

При наличии в изделии трех и более одинаковых (по наименованию, типу и номиналу) элементов, соединенных последовательно, рекомендуется вместо изображения всех последовательно соединенных элементов (рис. 8, а) изображать только первый и последний элементы, показывая электрические связи между ними штриховыми линиями. При присвоении элементам позиционных обозначений должны быть учтены элементы, не изображенные на схеме.

Над штриховой линией при этом указывают общее количество одинаковых элементов. Например, пять одинаковых резисторов, соединенных последовательно, изобразятся так, как показано на рис. 8, б.

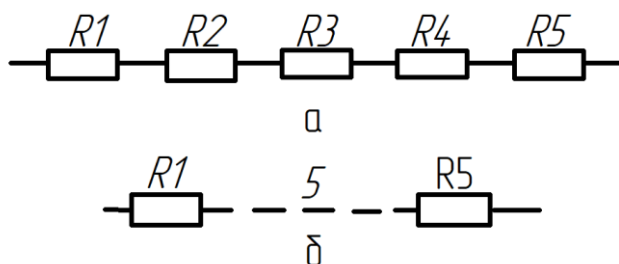


Рис. 8 – Изображение нескольких одинаковых элементов, соединенных последовательно: а – действительное, б – условное

**Перечень элементов.** Все сведения об элементах, входящих в состав изделия и изображенных на схеме, записывают в перечень элементов, который помещают на первом листе схемы или выполняют в виде самостоятельного документа.

При выполнении перечня элементов на первом листе схемы его располагают над основной надписью. Расстояние между перечнем элементов и основной надписью должно быть не менее 12 мм. Продолжение перечня элементов помещают слева от основной надписи, повторяя головку таблицы.

При выпуске перечня элементов в виде самостоятельного документа его шифр должен состоять из буквы П (перечень) и шифра схемы к которой выпускают перечень. Например, шифр перечня элементов к электрической принципиальной схеме будет ПЭЗ. Перечень элементов в этом случае выполняют на формате А4 с основной надписью по ГОСТ 2.104-68 (форма 2 и 2а) (рис. 9.).

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание

Dimensions: Header height 15, Body height 8 min, Column widths 20, 110, 10, Total width 185.

Рис. 9 – Форма таблицы перечня элементов

В графах перечня указывают следующие данные:

в графе «Поз. обозначение» – позиционное обозначение элемента, устройства или обозначение функциональной группы;

в графе «Наименование» – наименование элемента (устройства) в соответствии с документом, на основании которого этот элемент (устройство) применен, и обозначение этого документа (основной конструкторский документ, государственный стандарт, технические условия), например, резистор МЛТ-0,5-300 кОм  $\pm 5\%$  ГОСТ 7113-77;

в графе «Примечание» – технические данные, не содержащиеся в его наименовании (при необходимости).

Перечень элементов заполняется сверху вниз группами в алфавитном порядке буквенных позиционных обозначений. Если на схеме применяют позиционные обозначения, составленные из букв латинского и русского алфавитов, то в перечень вначале записывают элементы с позиционными обозначениями, составленными из букв латинского алфавита, а затем из русского алфавита.

В пределах каждой группы, имеющей одинаковые позиционные обозначения, элементы располагают по возрастанию порядковых номеров.

Элементы одного типа, имеющие одинаковые электрические параметры, записывают в перечень одной строкой, если они имеют последовательные порядковые номера. Если таких элементов два, то в графу «Поз. обозначение» записывают позиционные обозначения этих элементов. Если таких элементов больше двух, то записывают только позиционные обозначения с наименьшим и наибольшим порядковыми номерами, разделяя их многоточием, например, Р 1, Р 2; С1...С5. В графе «Кол.» указывают при этом общее количество элементов.

Если в группу входит несколько элементов с одинаковым наименованием, то его не записывают на каждой строке, а выносят в виде заголовка. Заголовок записывают в графу «Наименование» и подчеркивают.

Между заголовком и началом перечисления оставляют одну свободную строку, между группами элементов – одну-две строки (рис. 10).

Поз. обозначение	Наименование	Кол	Примечание
	<u>Резисторы</u>		
R1	МЛТ-0,5-300кОм±5%ГОСТ 7113-76	1	
R2	ІСП-I-A 560 Ом ±5%-ОС-312 ГОСТ 5574-73	1	
R3	ПЭВ-10-3 кОм±10% ГОСТ 6513-66	1	

Рис. 10 – Пример оформления группы элементов в перечне элементов

В заголовок может быть внесено обозначение документа, если на его основании применены все перечисляемые элементы (рис. 11). Пример заполнения перечня элементов показан на рис. 12.

Поз. обозначение	Наименование	Кол	Примечание
	<u>Резисторы ОМЛТ ГОСТ 7113-76</u>		
R4	ОМЛТ-0,5-200 Ом±10%	1	
R5...R8	ОМЛТ-2-630 Ом±5%	4	
R9, R10	ОМЛТ-0,5-910 кОм±10%	2	

Рис. 11 – Пример оформления заголовка группы элементов

Поз. обозначение	Наименование	Кол	Примечание
L1	Катушка индуктивности		
	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ	1	
	<u>Резисторы</u>		
R1	МЛТ-0,5-300кОм±5%ГОСТ 7113-76	1	
R2	ІСП-I-A 560 Ом ±5%-ОС-312 ГОСТ 5574-73	1	
R3	ПЭВ-10-3 кОм±10% ГОСТ 6513-66	1	
	Резисторы МЛТ ГОСТ 7113-76		
R4	МЛТ-0,5150 кОм±10%	1	
R5, R6	МЛТ-0,5100 кОм±10%	2	
R7...R10	МЛТ-0,25-200 кОм±10%	4	
Ф1	Фильтр АБВГ. ХХХХХХ.ХХХ	1	

Рис. 12 – Фрагмент перечня элементов



## **5. КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ И ОЦЕНКА РАБОТЫ**

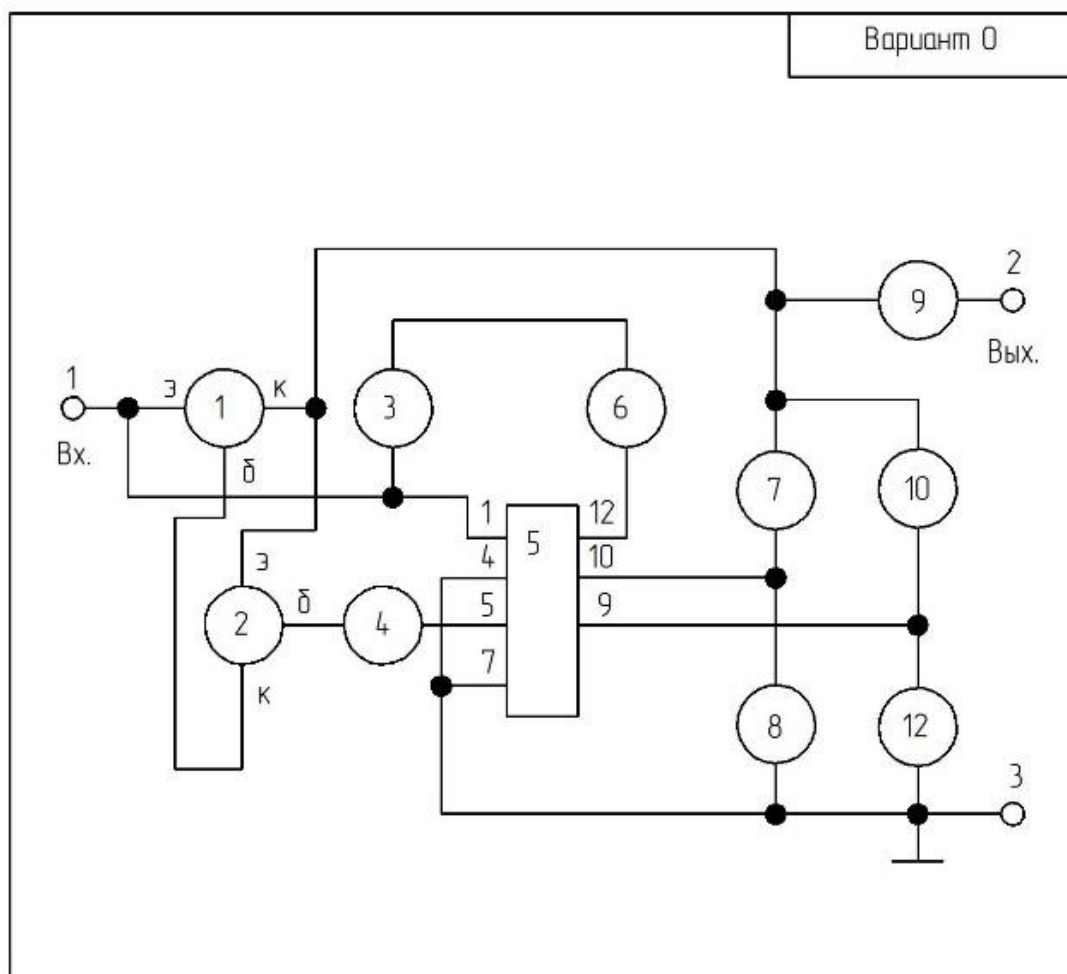
Контроль выполнения и оценка графической работы производится в два этапа. На первом этапе, после выполнения схемы в тонких линиях, оценивается проработка студентами теоретического материала, относящегося непосредственно к данному заданию. На втором этапе – обводка и оформление чертежа схемы – оценивается качество графического оформления чертежа и производится опрос студента по теоретическому материалу, относящемуся к схемам в целом. Результирующая оценка за работу учитывает знания студентов и качество графического оформления работы. Факт принятия работы отмечается подписью преподавателя в графе «Проверил» основной надписи.

### **Контрольные вопросы**

1. Классификация схем согласно ГОСТ 2.701-84.
2. Классификация схем по видам.
3. Классификация схем по типам.
4. Обозначение /шифр/ схемы. Как присваивается?
5. Определение схемы.
6. Что такое схема принципиальная?
7. Чем отличаются схемы принципиальная и функциональная?
8. Как учитывается масштаб при выполнении различных схем?
9. Как изображаются электрические элементы на принципиальной схеме?
10. Основные принципы построения схем.
11. В каком положении находятся элементы, изображенные на схеме?
12. Особенности изображения и обозначения реле.
13. Способы выполнения схем /совмещенный, разнесенный/.
14. Как располагаются условные графические обозначения элементов при вычерчивании схемы?
15. Порядок присвоения буквенно-цифровых обозначений.
16. Как записать характеристики входных и выходных цепей?
17. Как изобразить несколько одинаковых по наименованию, типу и номиналу элементов, соединенных последовательно?

## 6. ОБРАЗЕЦ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

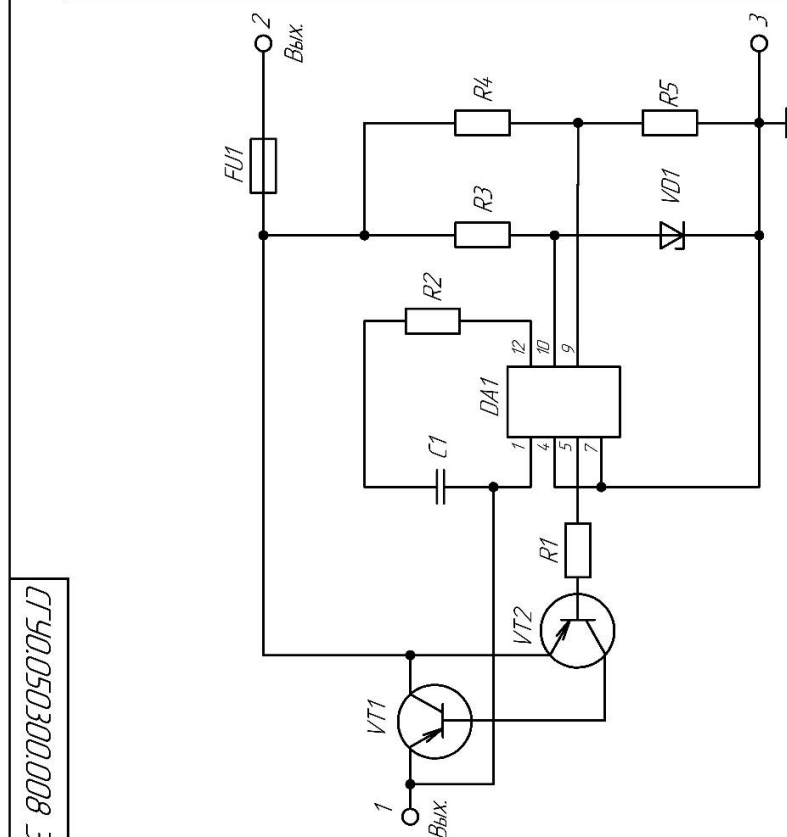
### 6.1 Пример задания



#### СТАБИЛИЗАТОР НАПРЯЖЕНИЯ

- 1-Транзистор КТ315АЖК3.336.200 ТУ
- 2-Транзистор МП25Б ГОСТ 14830-69
- 3-Конденсатор КМ6-а-М750-1000±10% ОЖ0.464.061 ТУ
- 4, 11-Резистор МЛТ-0,25-1 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 5-Микросхема К140УД16 6K0.347.004 ТУ
- 6-Резистор МЛТ-0,25-100 Ом±10% ГОСТ 7113-77
- 7, 10-Резистор МЛТ-0,25-620 Ом±10% ГОСТ 7113-77
- 8-Стабилитрон Д814А СМ3.362.012 ТУ
- 9-Вставка плавкая ВШ-3-0,5 АГО.481.303 ТУ

## 6.2 Образец выполнения схемы электрической принципиальной с перечнем элементов (Вариант 0)



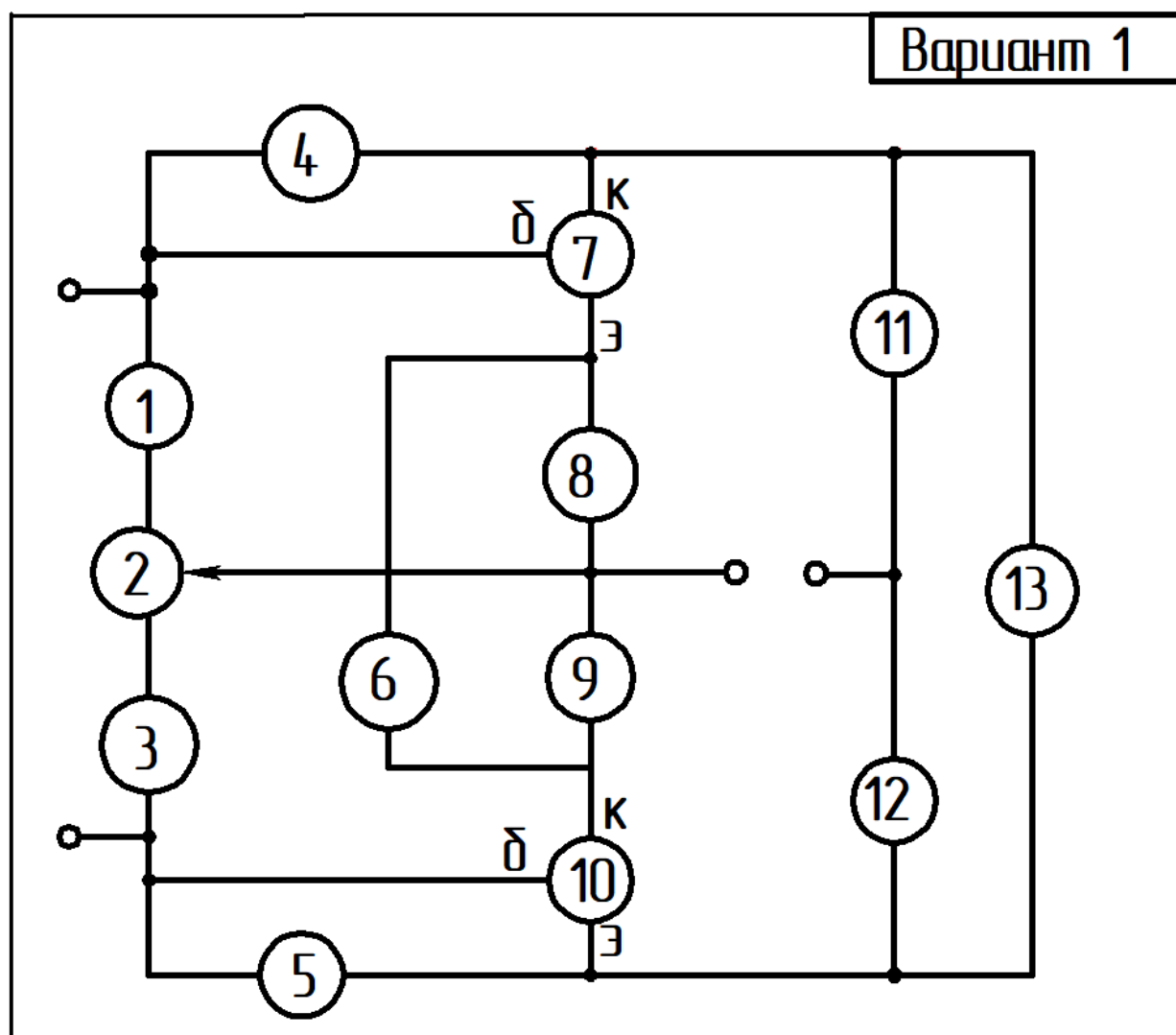
Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
C1	Конденсатор КМБс-М750-1000пФ ОЖ0.464.061 ТУ	1	
DA1	Микросхема К1404ДП1 8К0м34.7.004 ТУ	1	
FU1	Вставка плавкая ВП1-3-0,5 АГО.481303 ТУ	1	
	Резисторы ГОСТ 7113-77		
R1	МЛТ-0,25-1 кОм±10%	1	
R2	МЛТ-0,25-100 Ом±10%	1	
R3 R4	МЛТ-0,25-620 Ом±10%	2	
R5	МЛТ-0,25-1 кОм±10%	1	
VD1	Стабилитрон Д814А СМЗ.362.012 ТУ	1	
	Транзисторы		
VT1	КТ315А ЖЗ3.336.200 ТУ	1	
VT2	МП256 ГОСТ 14830-69	1	

[illegible]

не для коммерческого использования

# ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

«Схема электрическая принципиальная»



## УСИЛИТЕЛЬ БАЛАНСНЫЙ

1,3,4,5 – Резистор МЛТ – 0,25-82 кОм±10% ГОСТ 7113-77

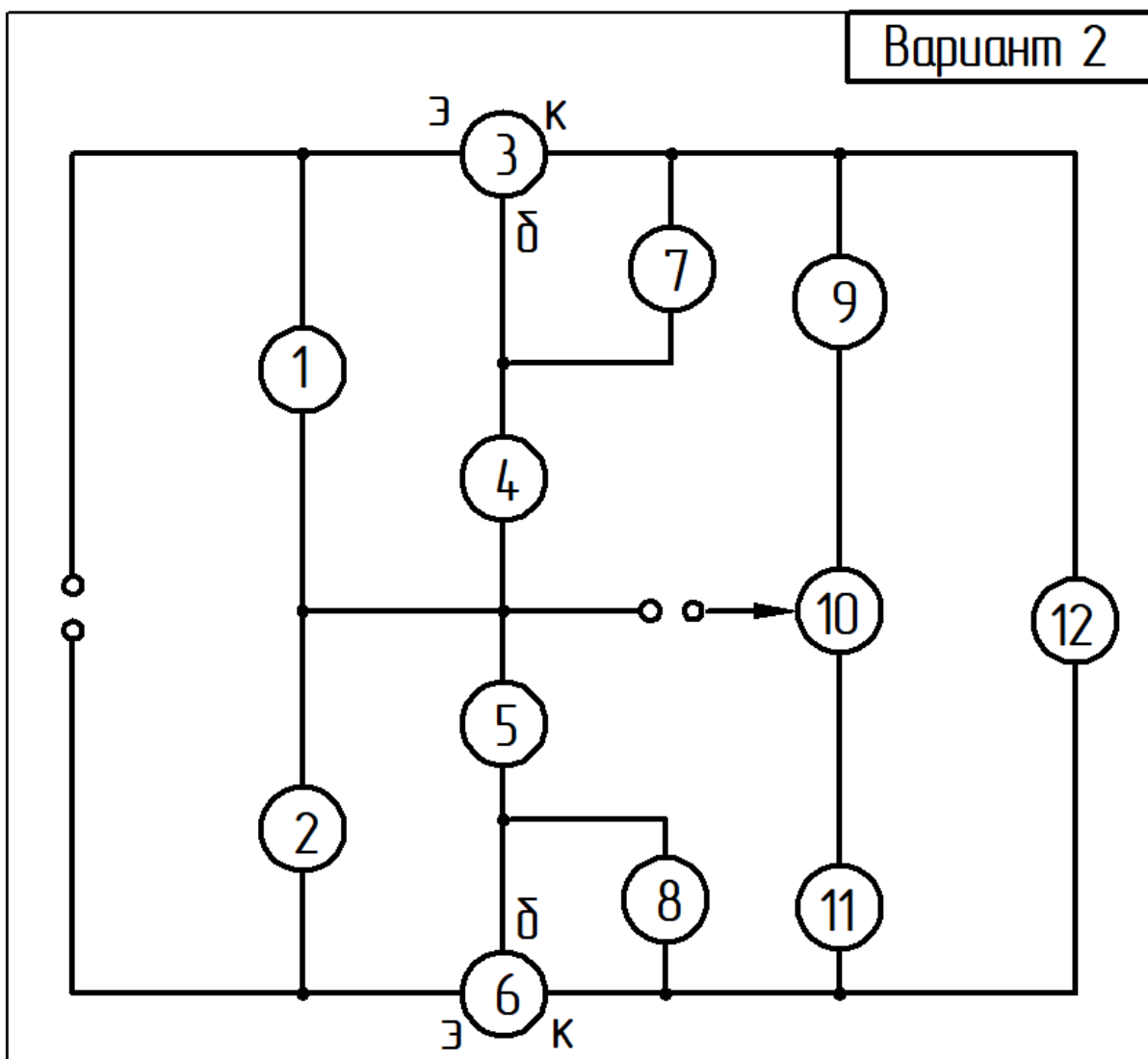
2 – Резистор СПЗ – 6-3 кОм ОЖО.468.020 ТУ

6 – Резистор МЛТ – 0,25-200 Ом±10% ГОСТ 7113-77

7,10 – Транзистор МП113 ГОСТ 14949 – 69

8,9,11,12 – Резистор МЛТ – 0,25 -20 кОм±10% ГОСТ 7113-77

13 – Резистор МЛТ – 0,25-10 кОм±10% ГОСТ 7113-77



### УСИЛИТЕЛЬ БАЛАНСНЫЙ

1,2 – Резистор МЛТ – 0,25-470 Ом $\pm$ 10% ГОСТ 7113-77

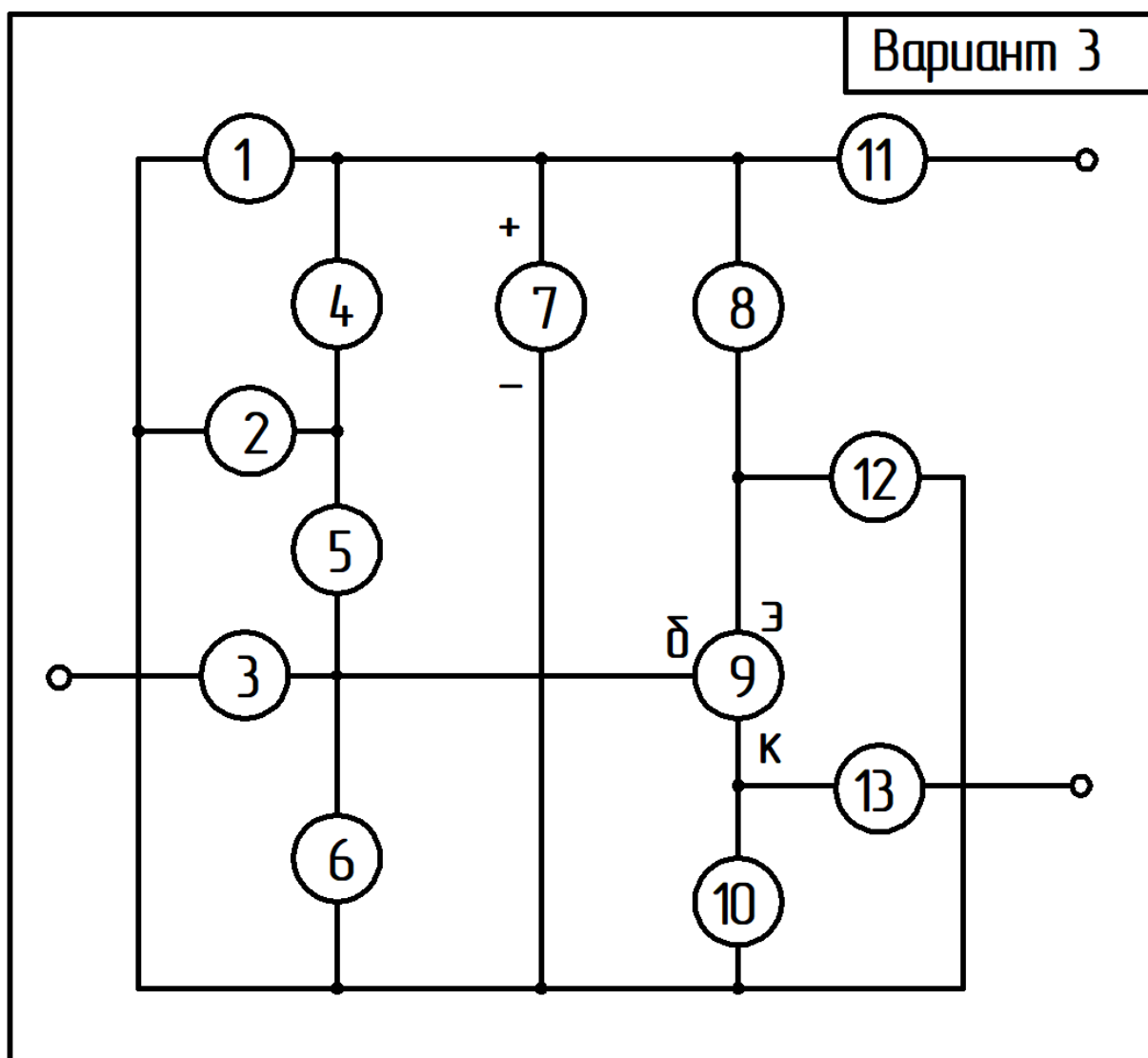
3,6 – Транзистор МП 113 ГОСТ 14949-69

4,5 – Резистор МЛТ – 0,25-2 кОм $\pm$ 10% ГОСТ 7113-77

7,8,12 – Резистор МЛТ – 0,25 -39 кОм $\pm$ 10% ГОСТ 7113-77

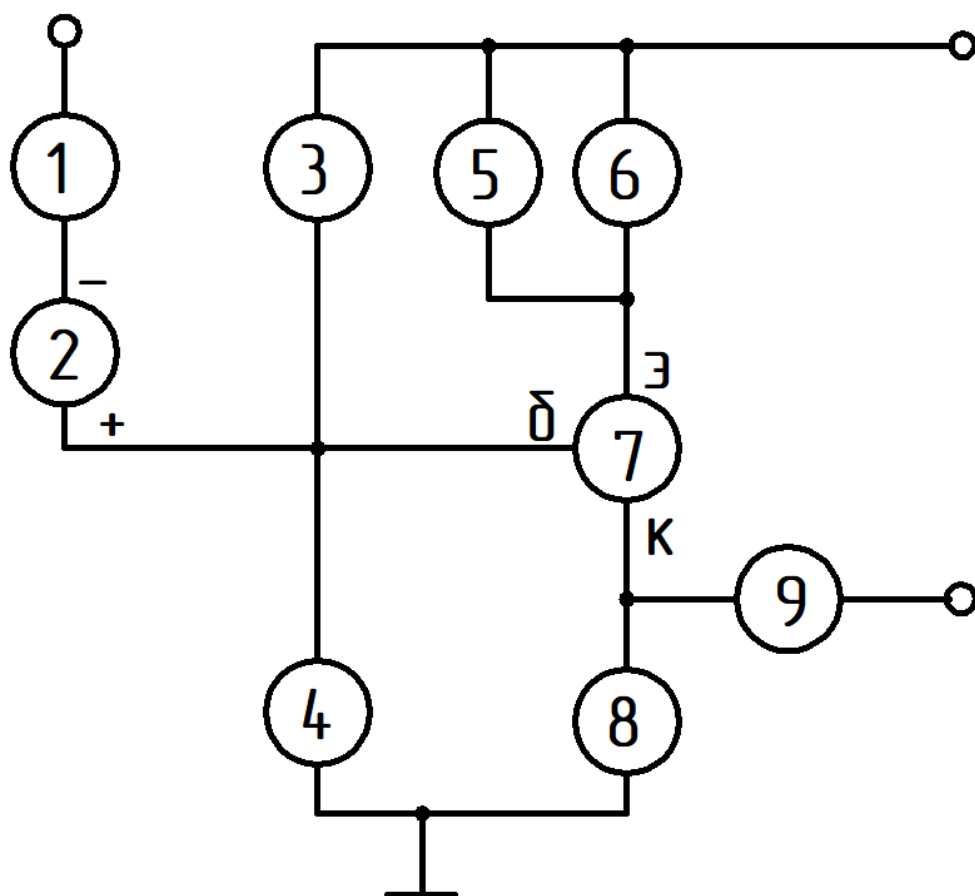
9,11 – Резистор МЛТ – 0,25 -20 кОм $\pm$ 10% ГОСТ 7113-77

10 – Резистор СП5 – 14-2 кОм ОЖО.468.509 ТУ



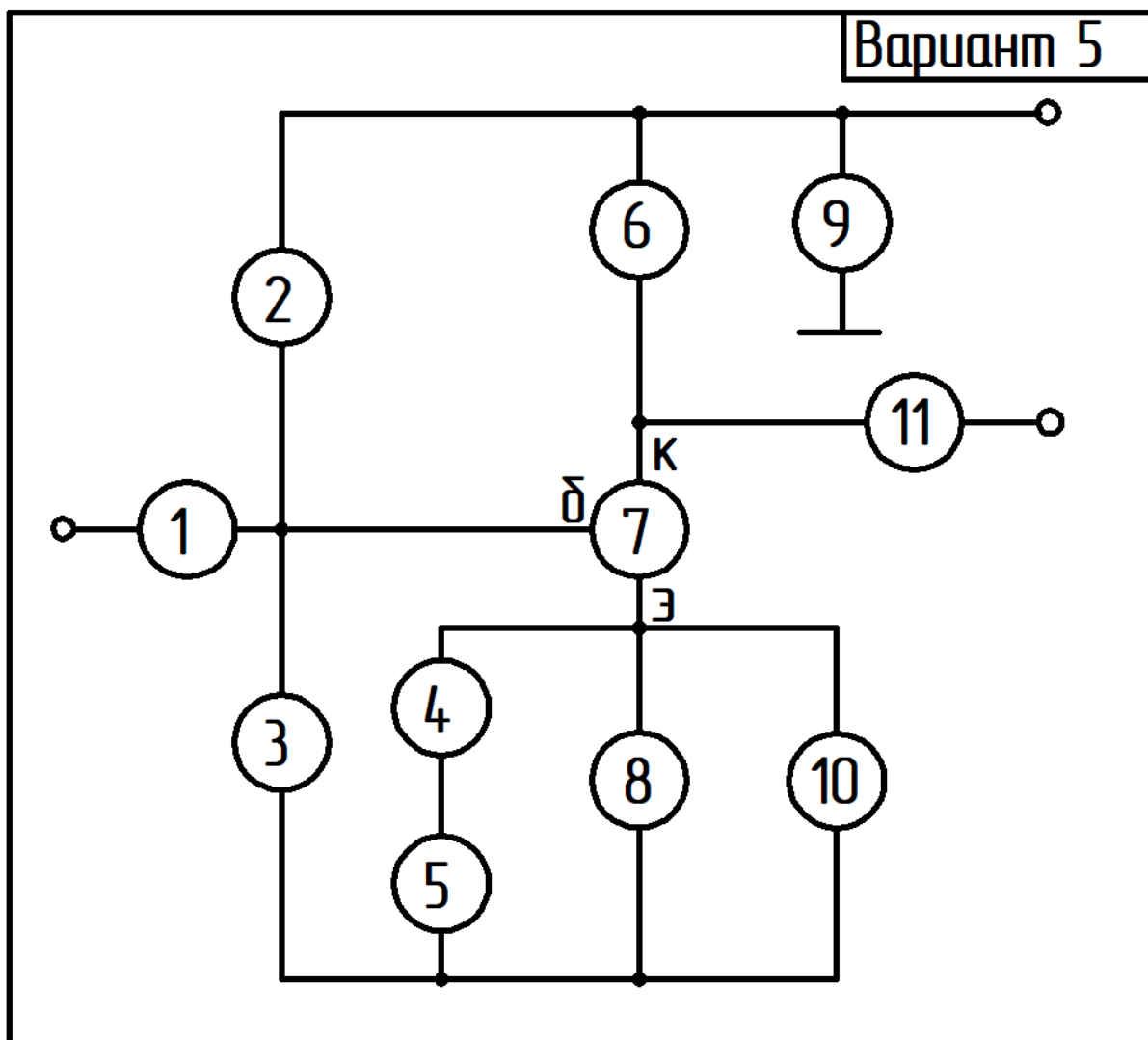
### УСИЛИТЕЛЬ ПЧ

- 1,2,12 – Конденсатор КТ -1Е-Н70-125-4700±10% ОЖО.460.030 ТУ
- 3 – Конденсатор КТ-1Е-ПЗ3-200-12 ±10% ОЖО.460.030 ТУ
- 4 – Резистор МЛТ – 0,25-4,7 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 5 – Резистор МЛТ – 0,25 -100 Ом±10% ГОСТ 7113-77
- 6 – Резистор МЛТ – 0,25 -15 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 7 – Конденсатор К50-6-15-100 ОЖО.464.031 ТУ
- 8 – Резистор МЛТ – 0,25-1 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 9 – Транзистор П416А ГОСТ 14876-69
- 10 – Резистор МЛТ – 0,25 -220 Ом±10% ГОСТ 7113-77
- 11 – Резистор МЛТ – 0,25 -470 Ом±10% ГОСТ 7113-77
- 13 – Конденсатор КТ-1Е-Н30-160-2200±10% ОЖО.464.030 ТУ



### ВИДЕОУСИЛИТЕЛЬ

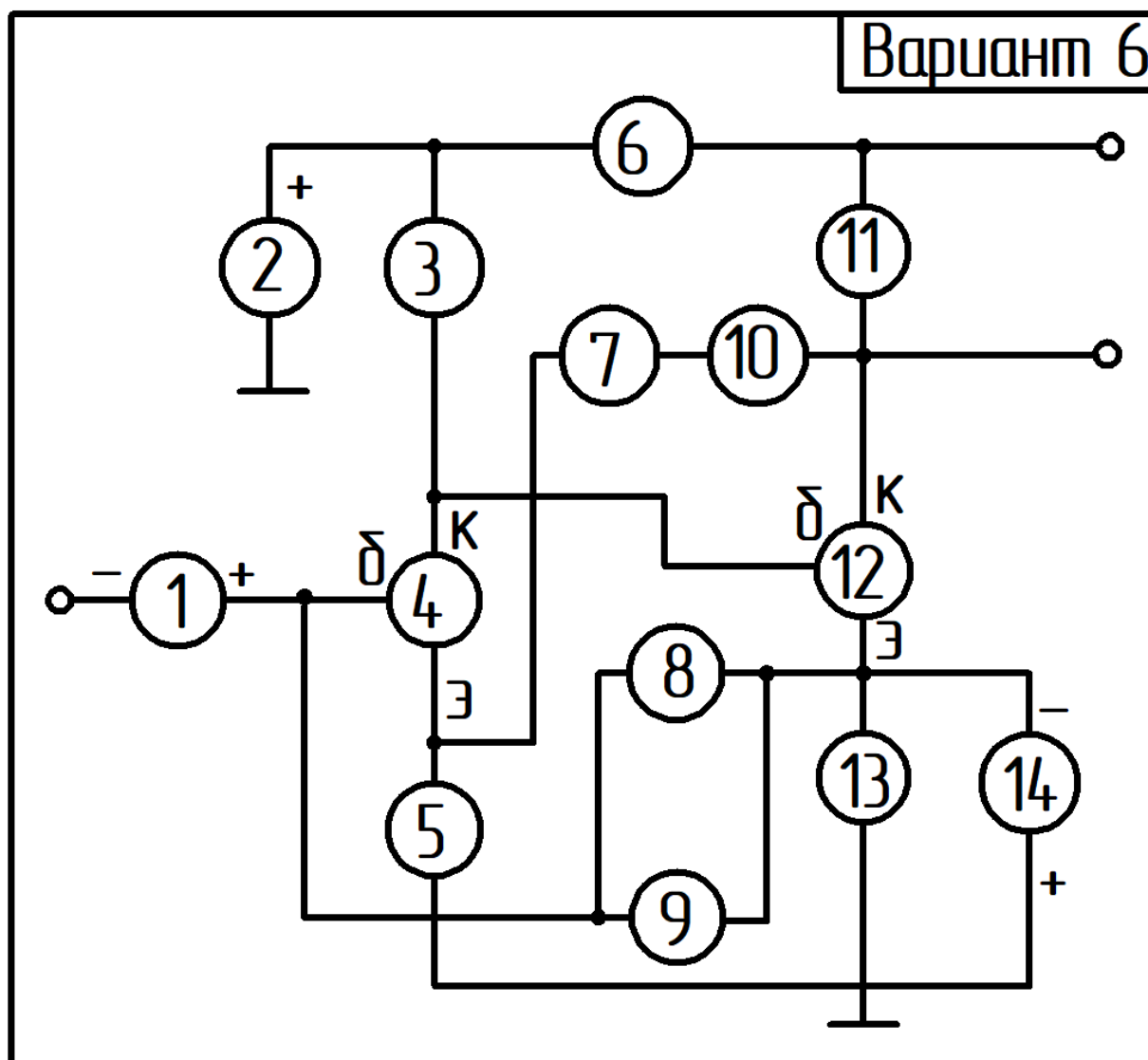
- 1 – Резистор МЛТ – 0,25-1,2 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 2 – Конденсатор К50-6-15-20 ОЖО.464.031 ТУ
- 3 – Резистор МЛТ – 0,25-0,15 МОм±10% ГОСТ 7113-77
- 4 – Резистор МЛТ – 0,25 -0,22 МОм±10% ГОСТ 7113-77
- 5 – Конденсатор КТ-1Е-Н30-160-130±10% ОЖО.460.030 ТУ
- 6 – Резистор МЛТ – 0,25-56 Ом±10% ГОСТ 7113-77
- 7 – Транзистор КТ 312Б ГОСТ 14876-69
- 8 – Резистор МЛТ – 0,25-510 Ом±10% ГОСТ 7113-77
- 9 – Конденсатор МБМ-160-0,05-П УБО.462.014 ТУ



### УСИЛИТЕЛЬ

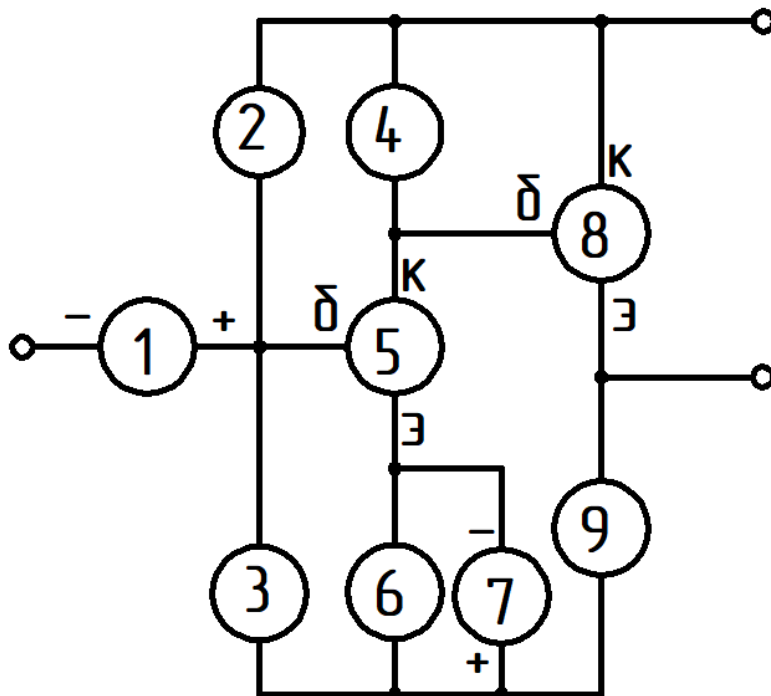
- 1,11 – Конденсатор КТ -1Е-Н30-160-1000±10% ОЖО.460.030 ТУ
- 2 – Резистор МЛТ – 0,25-4,3 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 3 – Резистор МЛТ – 0,25-3,6 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 4 – Резистор МЛТ – 0,25 -56 Ом±10% ГОСТ 7113-77
- 5 – Конденсатор КТ-1Е-М1300-200-130±10% ОЖО.460.030 ТУ
- 6 – Резистор МЛТ – 0,25-180 Ом±10% ГОСТ 7113-77
- 7 – Транзистор П416А ГОСТ 14876-69
- 8 – Резистор МЛТ – 0,25 -910 Ом±5% ГОСТ 7113-77
- 9 – Конденсатор КТ-1Е-Н70-125-1500±10% ОЖО.460.030 ТУ
- 10 – Конденсатор КТ-1Е-М75-200-68±10% ОЖО.460.030 ТУ





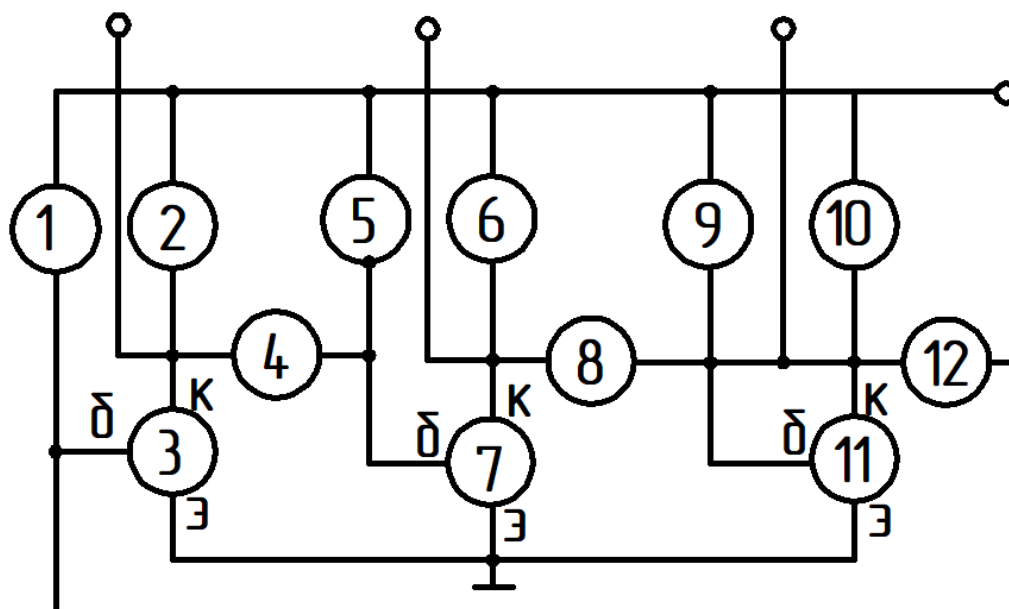
### УСИЛИТЕЛЬ НЧ

- 1 – Конденсатор К50 -6-25-20 ОЖО.464.031 ТУ
- 2 – Стабилитрон Д808 ГОСТ 20215-84
- 3 – Резистор МЛТ – 0,25-15 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 4,12 – Транзистор МП40 ГОСТ 14876-69
- 5 – Резистор МЛТ – 0,25 -47 Ом±5% ГОСТ 7113-77
- 6 – Резистор МЛТ – 0,25 -1,2 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 7 – Конденсатор КМ-6-Н90-0,047±10% ОЖО.461.061 ТУ
- 8 – Резистор МЛТ – 0,25 -0,22 МОм±10% ГОСТ 7113-77
- 9 – Конденсатор КМ-6-Н50-0,15±10% ОЖО.461.061 ТУ
- 10 – Резистор МЛТ – 0,25 -27 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 11 – Резистор МЛТ – 0,25 -10 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 13 – Резистор МЛТ – 0,25 -2,4 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 14 – Конденсатор К50-6-25-50 ОЖО.464.031 ТУ



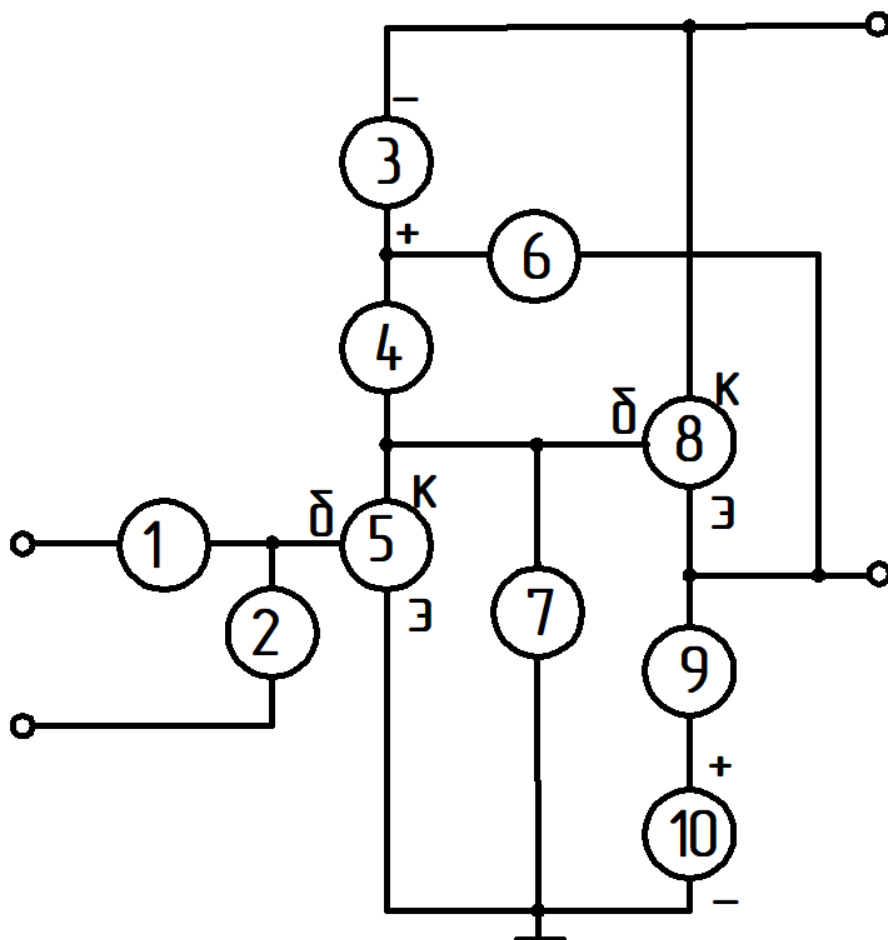
### УСИЛИТЕЛЬ НЧ

- 1 – Конденсатор К50 -6-15-20 ОЖО.464.031 ТУ
- 2 – Резистор МЛТ – 0,25-24 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 3, 4 – Резистор МЛТ – 0,25 -24 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 5, 8 – Транзистор МП39 ГОСТ 14948-69
- 6 – Резистор МЛТ – 0,25 -2 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 7 – Конденсатор К50-6-25-50 ОЖО.464.031 ТУ
- 9 – Резистор МЛТ – 0,25 -3,9 кОм±10% ГОСТ 7113-77



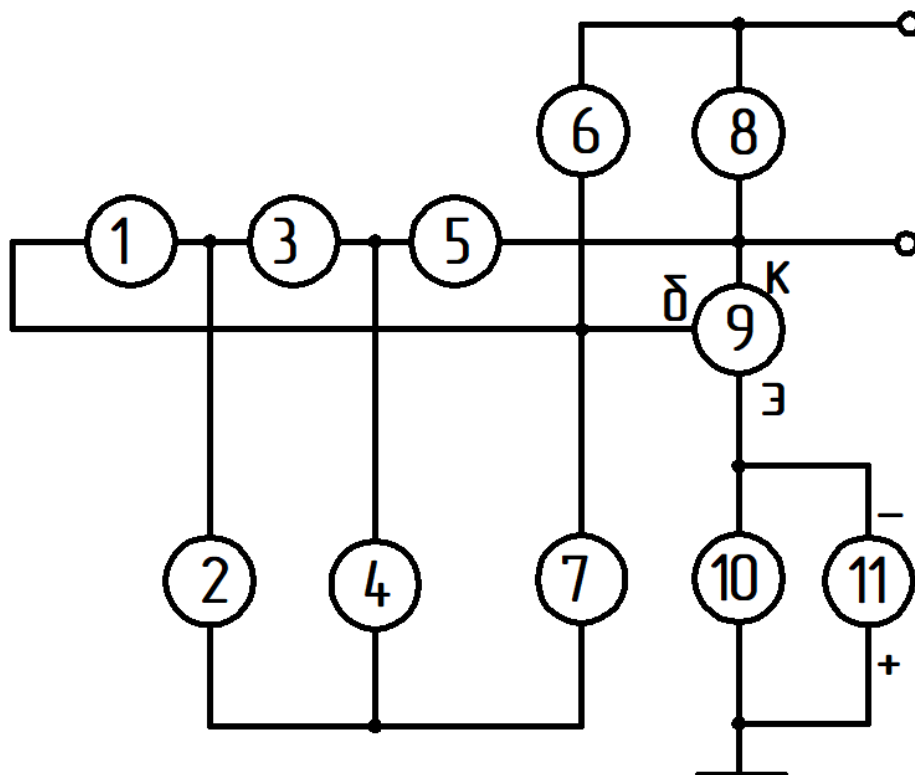
### МУЛЬТИВИБРАТОР

- 1, 5, 9 – Резистор МЛТ – 0,25 -56 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 2, 6, 10 – Резистор МЛТ – 0,25-3 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 3, 7, 11 – Транзистор МП39 ГОСТ 14948-69
- 4, 8, 12 – Конденсатор КМ-6-П33-2000±10% ОЖО.461.061 ТУ



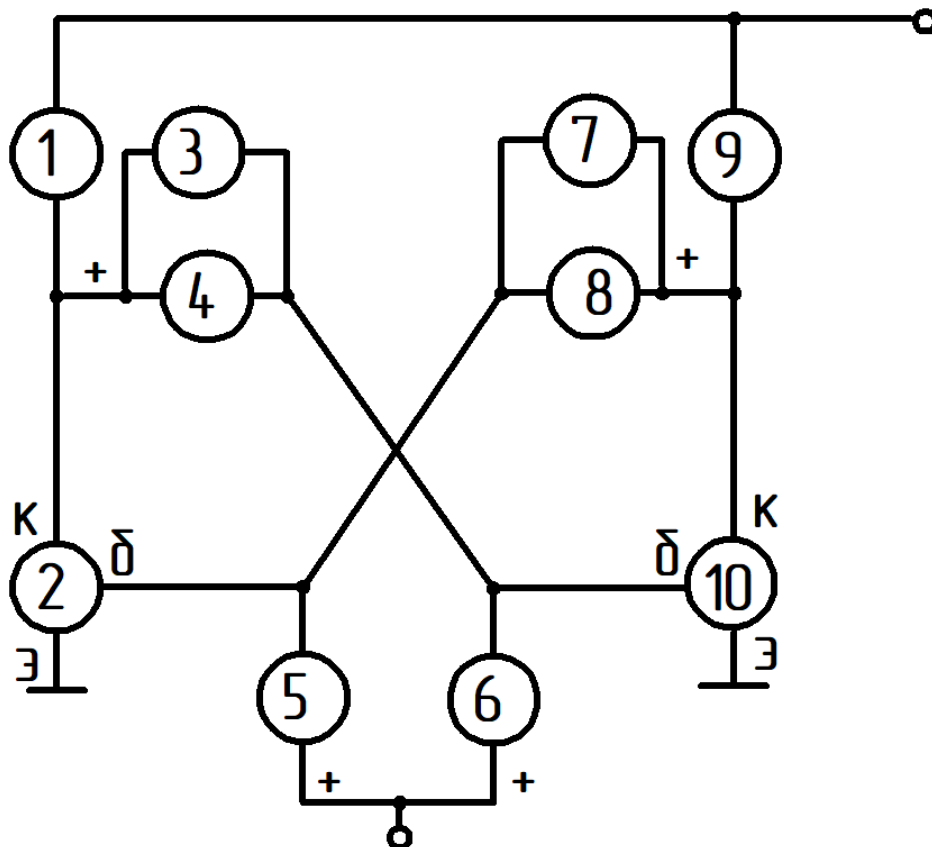
### ГЕНЕРАТОР

- 1 – Резистор МЛТ – 0,25-3 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 2 – Резистор МЛТ – 0,25-2,5 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 3 – Диод Д9Д ГОСТ 14758-69
- 4 – Резистор МЛТ – 0,25 -36 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 5,8 – Транзистор МП39 ГОСТ 14948-69
- 6 – Конденсатор КМ-6-Н90-0,68±10% ОЖО.461.061 ТУ
- 7 – Конденсатор КМ-6-Н90-0,033±10% ОЖО.461.061 ТУ
- 9 – Резистор МЛТ – 0,25-5,1 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 10 – Гальванический элемент



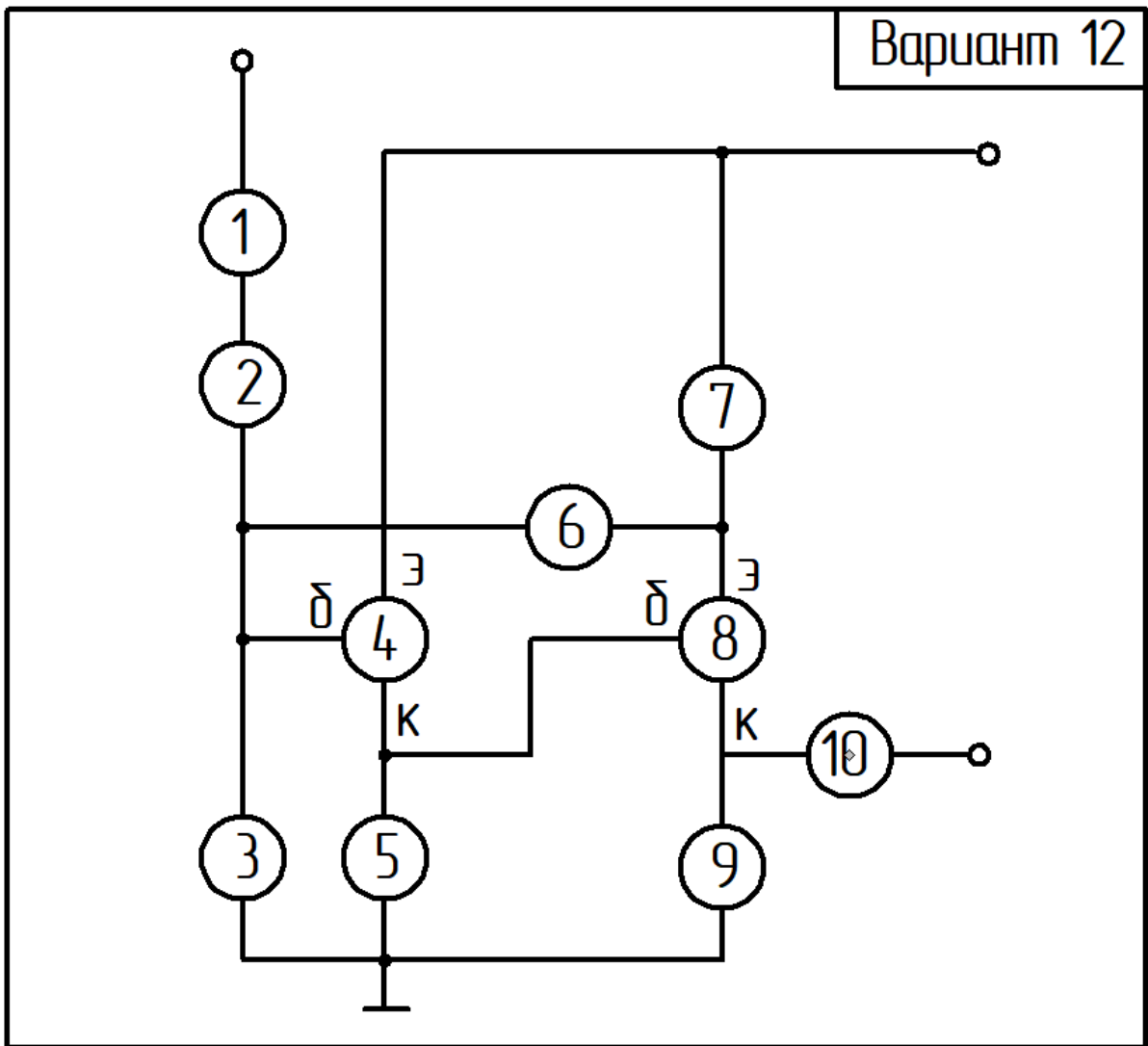
### ГЕНЕРАТОР

- 1, 3, 5 – Конденсатор КМ-6-Н50-0,01±10% ОЖО.461.061 ТУ
- 2, 4, 7, 8 – Резистор МЛТ – 0,25-10 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 6 – Резистор МЛТ – 0,25 -22 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 9 – Транзистор МП39 ГОСТ 14948-69
- 10 – Резистор МЛТ – 0,25 -47 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 11 – Конденсатор К50-6-25-20 ОЖО.464.031 ТУ



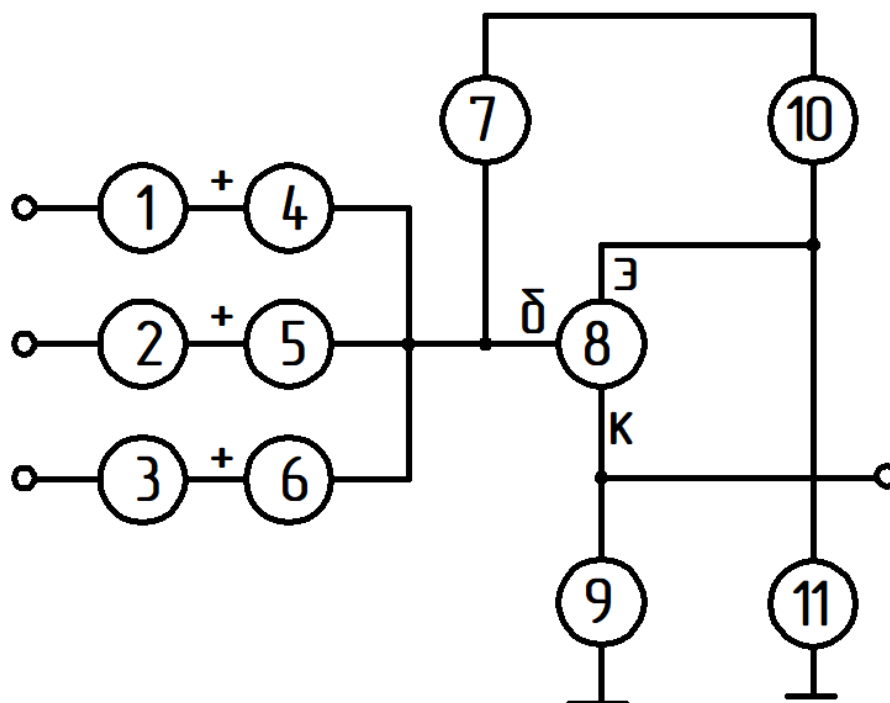
### ТРИГГЕР

- 1, 9 – Резистор МЛТ – 0,25-1 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 2, 10 – Транзистор МП39 ГОСТ 14948-69
- 3, 7 – Конденсатор КМ6-М75-200±10% ОЖО.461.061 ТУ
- 4, 8 – Стабилитрон Д808 ГОСТ 20215-84
- 5, 6 – Диод Д9Г ГОСТ 14758-69



### ВИДЕОУСИЛИТЕЛЬ

- 1, 6 – Резистор МЛТ – 0,25-1,3 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 2, 10 – Конденсатор МБМ-160-0,05 – П УБО.462.014 ТУ
- 3 – Резистор МЛТ – 0,25-0,11 МОм±10% ГОСТ 7113-77
- 4, 8 – Транзистор КТ312Б ГОСТ 14876-69
- 5 – Резистор МЛТ – 0,25-3 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 7 – Резистор МЛТ – 0,25-62 Ом±10% ГОСТ 7113-77
- 9 – Резистор МЛТ – 0,25-620 Ом±10% ГОСТ 7113-77



### ЛОГИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТ «ИЛИ»

1, 2, 3 – Резистор МЛТ – 0,25-20 кОм±10% ГОСТ 7113-77

4, 5, 6 – Диод Д9Г ГОСТ 14758-69

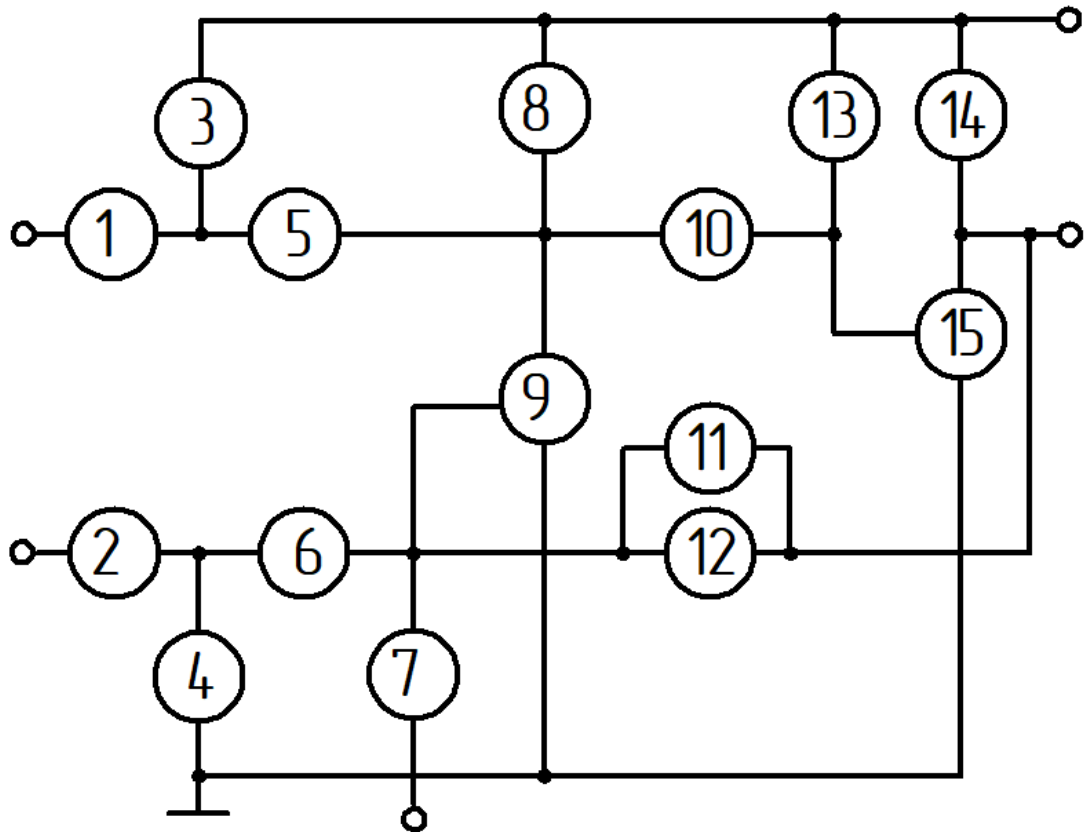
7, 9 – Резистор МЛТ – 0,25-6,2 кОм±10% ГОСТ 7113-77

8 – Транзистор МП36 ГОСТ 14876-69

10 – Резистор МЛТ – 0,25-510 Ом±10% ГОСТ 7113-77

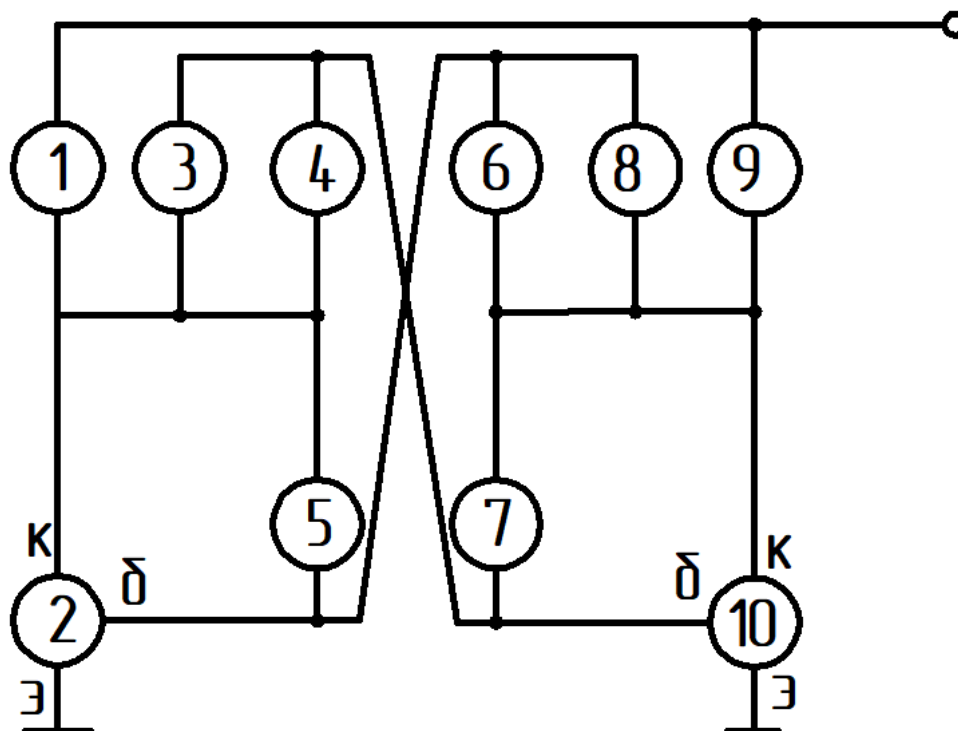
11 – Резистор МЛТ – 0,25-1,5 кОм±10% ГОСТ 7113-77





### МУЛЬТИВИБРАТОР

- 1 – Конденсатор КТ-1Е-Н30 -160-200  $\pm 10\%$  ОЖО.460.030 ТУ
- 2 – Конденсатор КТ-1Е-М75 -200-100  $\pm 10\%$  ОЖО.460.030 ТУ
- 3, 4 – Резистор МЛТ – 0,25-30 кОм $\pm 10\%$  ГОСТ 7113-77
- 5, 6 – Диод Д311 ГОСТ 14768-69
- 7, 12 – Резистор МЛТ – 0,25-22 кОм $\pm 10\%$  ГОСТ 7113-77
- 8 – Резистор МЛТ – 0,25-2,2 кОм $\pm 10\%$  ГОСТ 7113-77
- 9, 15 – Транзистор П416Б ГОСТ 14876-69
- 10 – Конденсатор КТ-1Е-Н30 -160-1000  $\pm 10\%$  ОЖО.460.030 ТУ
- 11 – Конденсатор КТ-1Е-П33 -200-56  $\pm 10\%$  ОЖО.460.030 ТУ
- 13 – Резистор МЛТ – 0,25-47 кОм $\pm 10\%$  ГОСТ 7113-77
- 14 – Резистор МЛТ – 0,25-1,8 кОм $\pm 10\%$  ГОСТ 7113-77



### МУЛЬТИВИБРАТОР

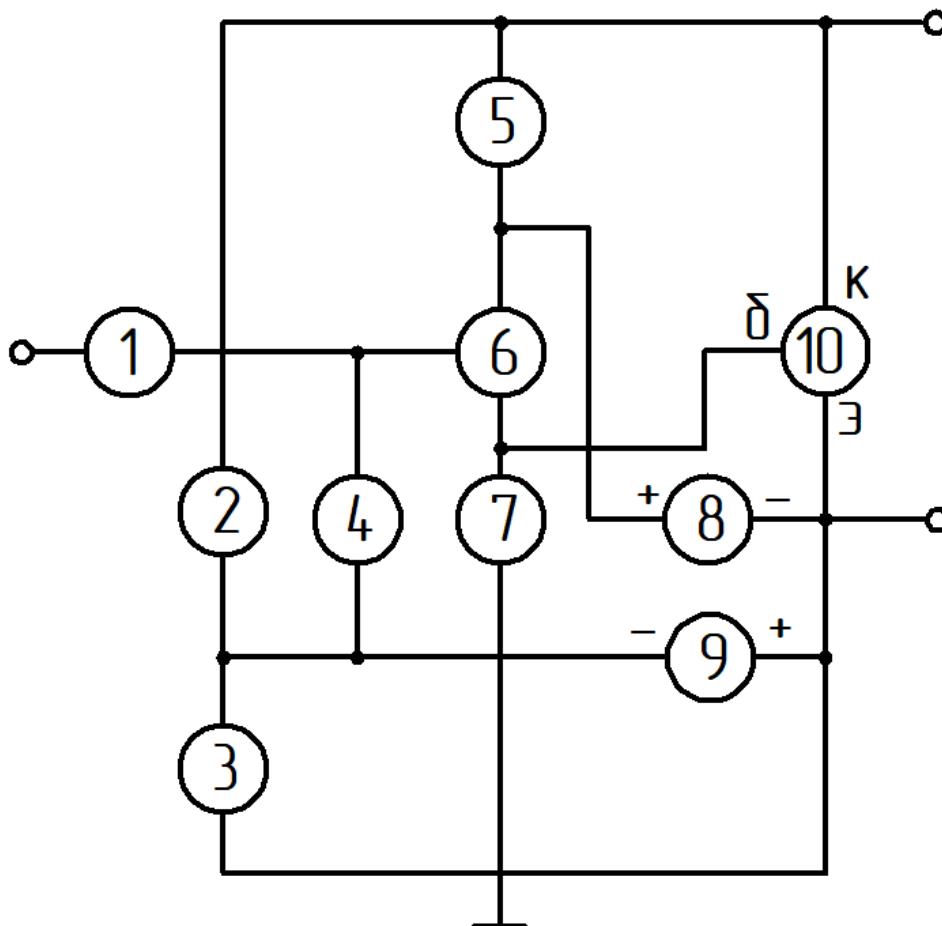
2, 10 – Транзистор МП39 ГОСТ 14948-69

3, 8 – Конденсатор МБМ-160-0,05 - П УБО.462.014

1, 9 – Резистор МЛТ – 0,25-1 кОм±10% ГОСТ 7113-77

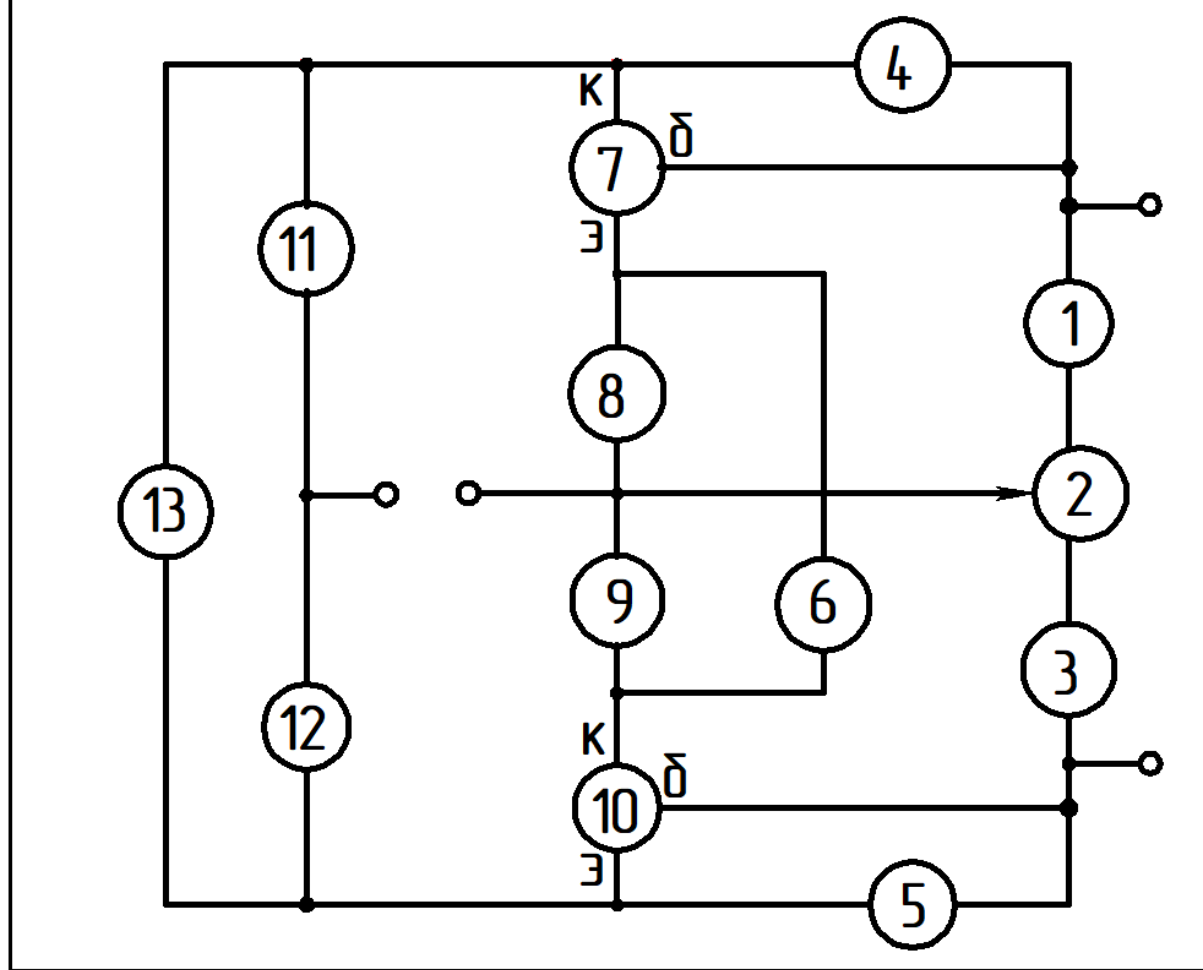
4, 6 – Резистор МЛТ – 0,25-24 кОм±10% ГОСТ 7113-77

5, 7 – Резистор МЛТ – 0,25-27 кОм±10% ГОСТ 7113-77



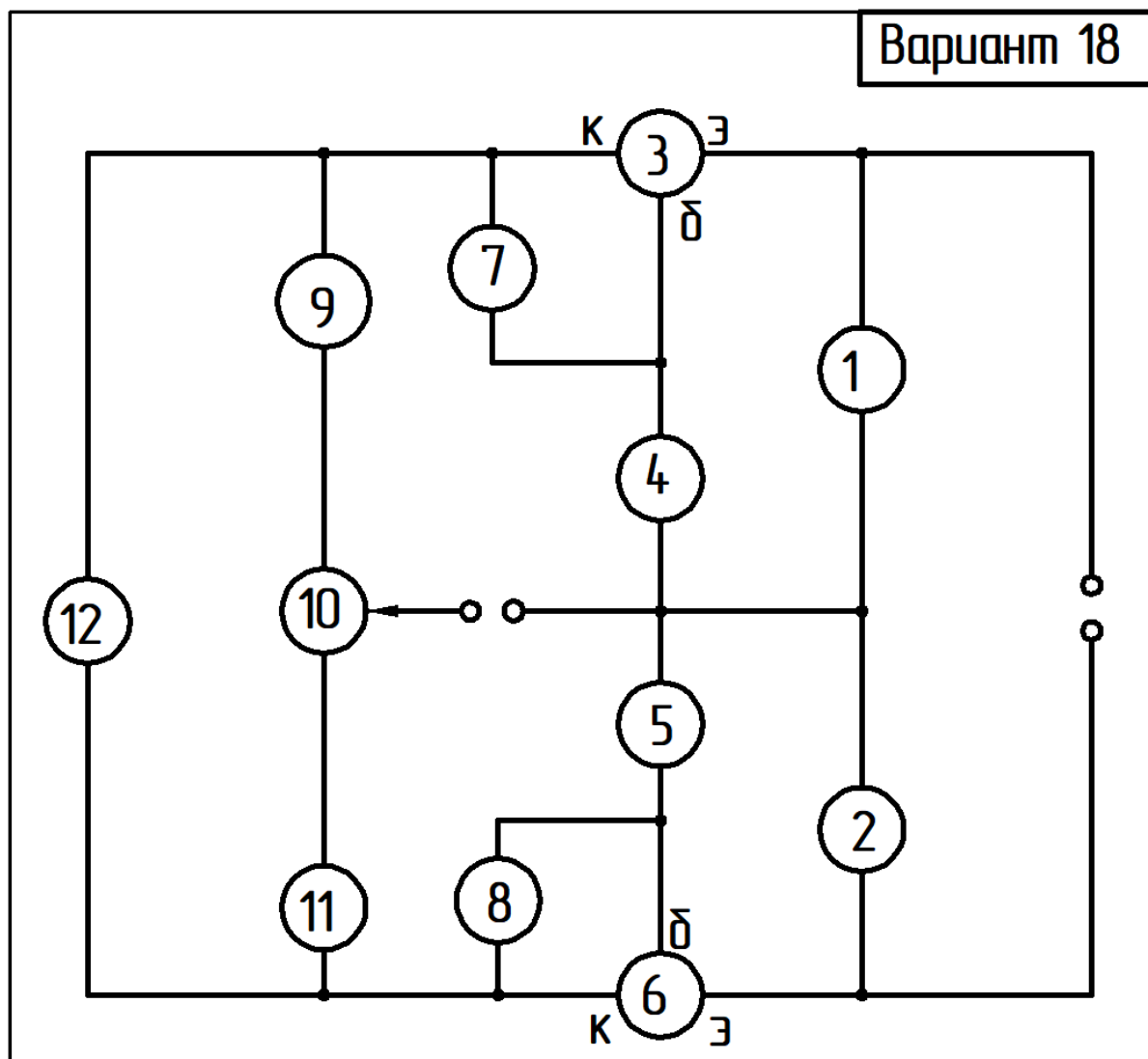
### ПОВТОРИТЕЛЬ ЭМИТТЕРНЫЙ

- 1 – Конденсатор КМ-6-Н90-0,1  $\pm 10\%$  ОЖО.461.061 ТУ
- 2, 3 – Резистор МЛТ – 0,25-75 кОм  $\pm 10\%$  ГОСТ 7113-77
- 4 – Резистор МЛТ – 0,25-0,3 МОм  $\pm 10\%$  ГОСТ 7113-77
- 5 – Резистор МЛТ – 0,25-0,1 МОм  $\pm 10\%$  ГОСТ 7113-77
- 6 – Транзистор МП40 ГОСТ 14948-69
- 7 – Резистор МЛТ – 0,25-0,51 МОм  $\pm 10\%$  ГОСТ 7113-77
- 8 – Конденсатор К50-6-100-10  $\pm 10\%$  ОЖО.464.031 ТУ
- 9 – Конденсатор К50-6-25-50  $\pm 10\%$  ОЖО.464.031 ТУ
- 10 – Транзистор МП40 ГОСТ 14948-69
- 11 – Резистор МЛТ – 0,25-4,3 кОм  $\pm 10\%$  ГОСТ 7113-77



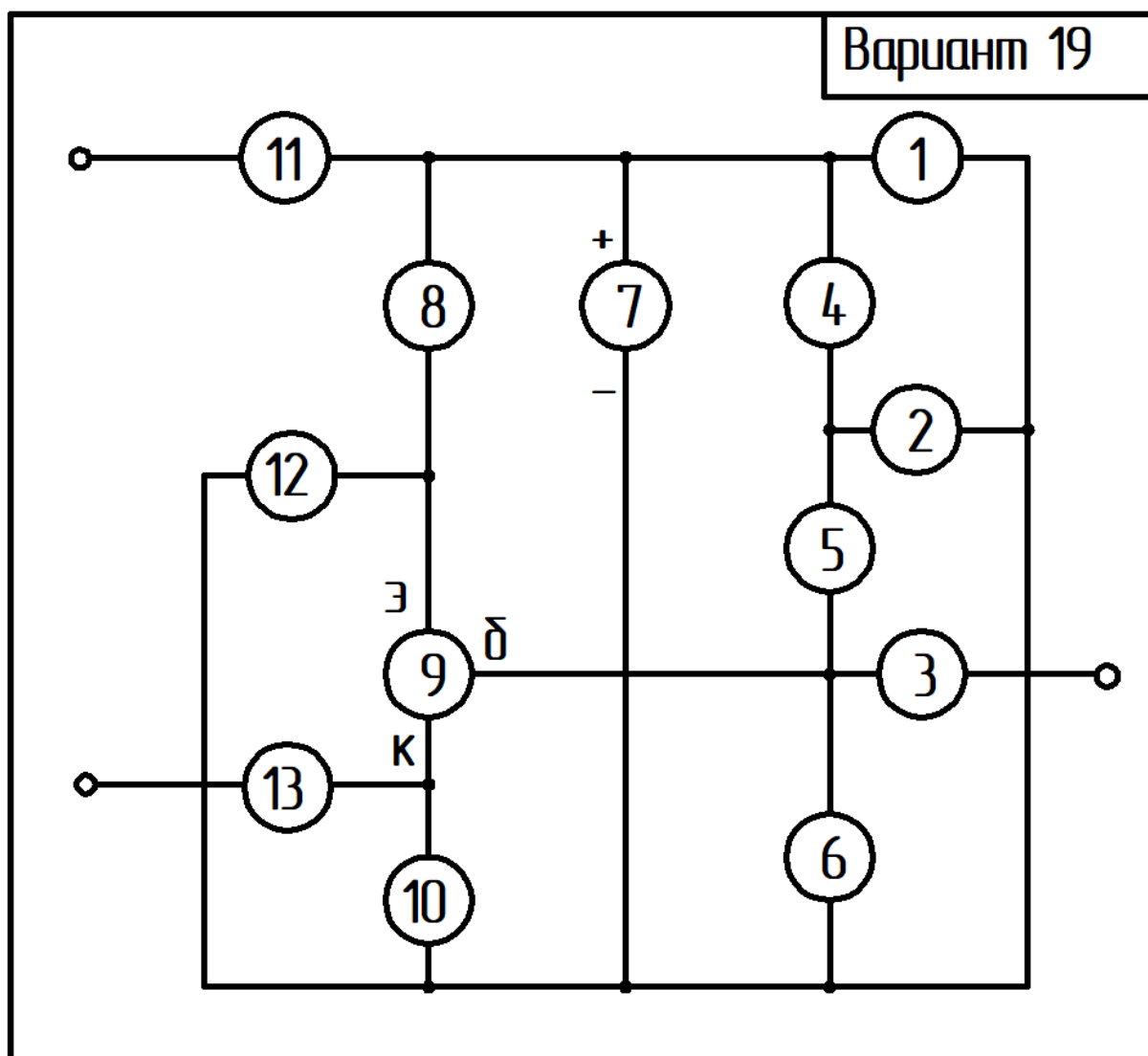
### УСИЛИТЕЛЬ БАЛАНСНЫЙ

- 1, 3, 4, 5 – Резистор МЛТ – 0,25-82 кОм±10% ГОСТ 7113-77  
 2 – Резистор СПЗ – 6-3 кОм ОЖО.468.020 ТУ  
 6 – Резистор МЛТ – 0,25-200 Ом±10% ГОСТ 7113-77  
 7, 10 – Транзистор МП113 ГОСТ 14949 – 69  
 8, 9, 11, 12 – Резистор МЛТ – 0,25 -20 кОм±10% ГОСТ 7113-77  
 13 – Резистор МЛТ – 0,25-10 кОм±10% ГОСТ 7113-77



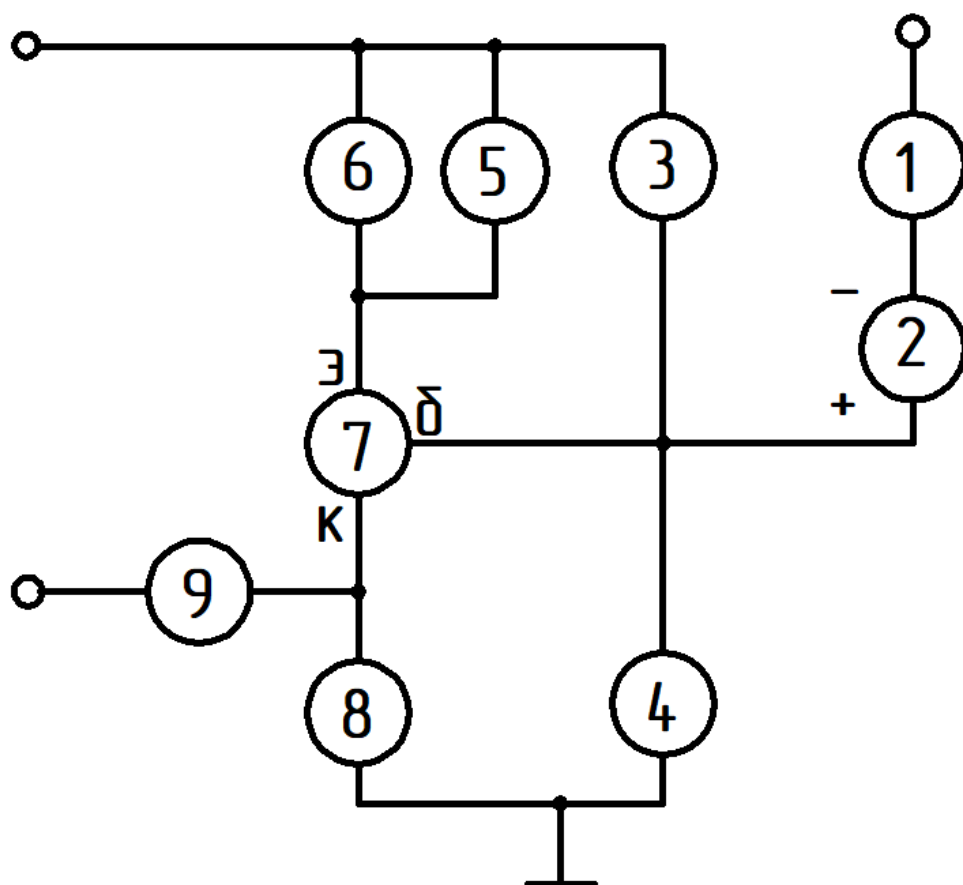
### УСИЛИТЕЛЬ БАЛАНСНЫЙ

- 1, 2 – Резистор МЛТ – 0,25-470 Ом $\pm$ 10% ГОСТ 7113-77
- 3, 6 – Транзистор МП 113 ГОСТ 14949-69
- 4, 5 – Резистор МЛТ – 0,25-2 кОм $\pm$ 10% ГОСТ 7113-77
- 7, 8, 12 – Резистор МЛТ – 0,25 -39 кОм $\pm$ 10% ГОСТ 7113-77
- 9, 11 – Резистор МЛТ – 0,25 -20 кОм $\pm$ 10% ГОСТ 7113-77
- 10 – Резистор СП5 – 14-2 кОм ОЖО.468.509 ТУ



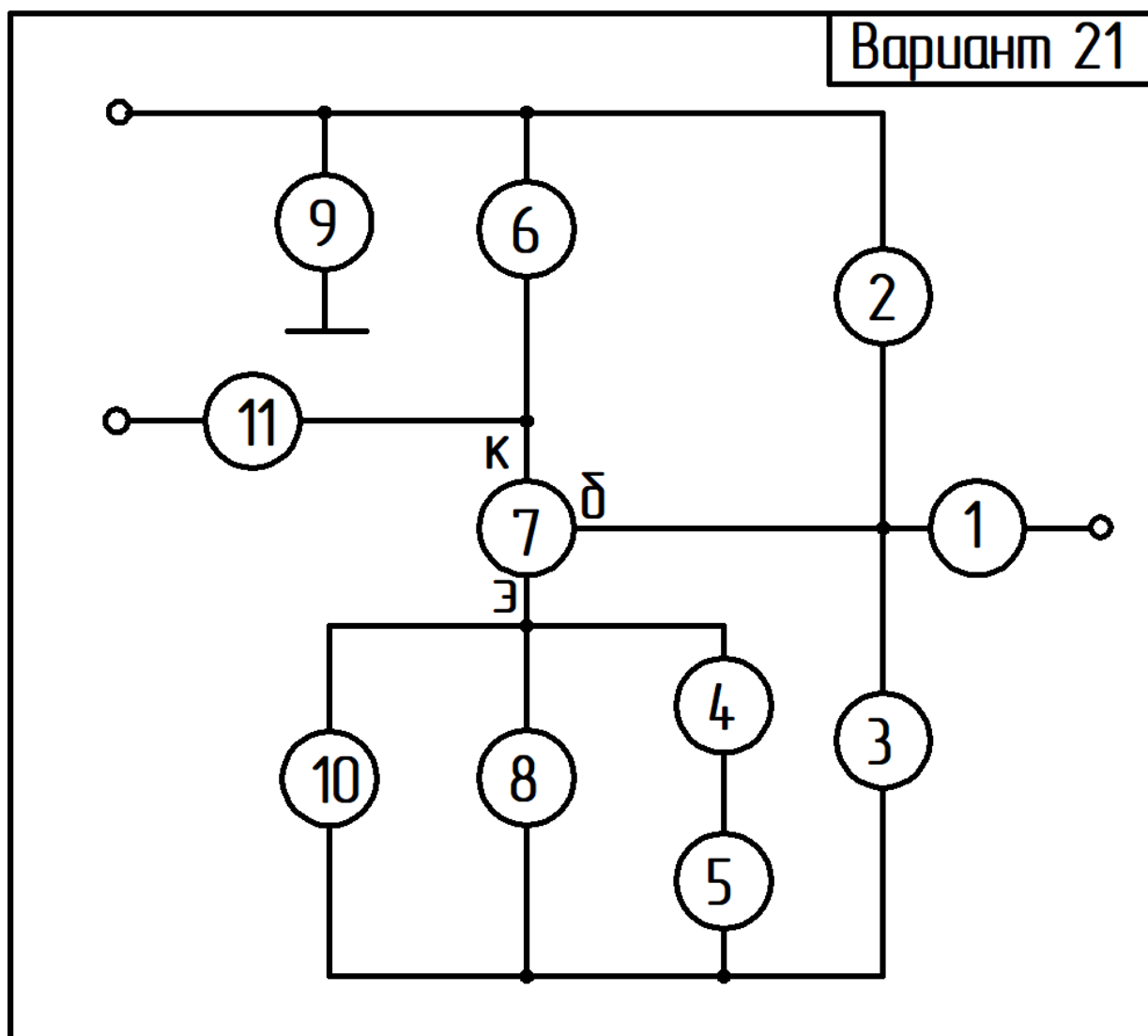
### УСИЛИТЕЛЬ ПЧ

- 1, 2, 12 – Конденсатор КТ -1Е-Н70-125-4700±10% ОЖО.460.030 ТУ
- 3 – Конденсатор КТ-1Е-П33-200-12 ±10% ОЖО.460.030 ТУ
- 4 – Резистор МЛТ – 0,25-4,7 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 5 – Резистор МЛТ – 0,25 -100 Ом±10% ГОСТ 7113-77
- 6 – Резистор МЛТ – 0,25 -15 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 7 – Конденсатор К50-6-15-100 ОЖО.464.031 ТУ
- 8 – Резистор МЛТ – 0,25-1 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 9 – Транзистор П416А ГОСТ 14876-69
- 10 – Резистор МЛТ – 0,25 -220 Ом±10% ГОСТ 7113-77
- 11 – Резистор МЛТ – 0,25 -470 Ом±10% ГОСТ 7113-77
- 13 – Конденсатор КТ-1Е-Н30-160-2200±10% ОЖО.464.030 ТУ



### ВИДЕОУСИЛИТЕЛЬ

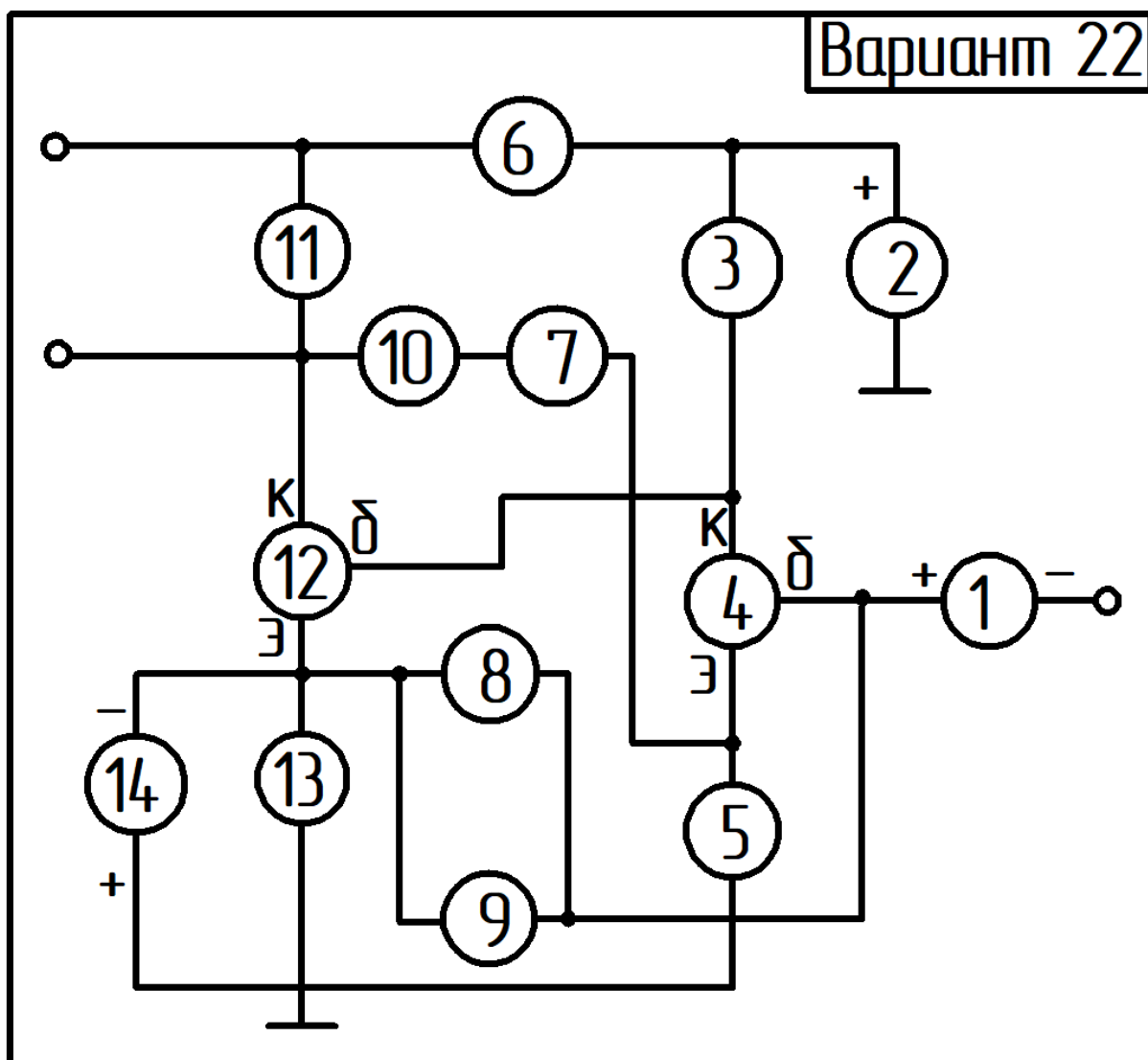
- 1 – Резистор МЛТ – 0,25-1,2 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 2 – Конденсатор К50-6-15-20 ОЖО.464.031 ТУ
- 3 – Резистор МЛТ – 0,25-0,15 МОм±10% ГОСТ 7113-77
- 4 – Резистор МЛТ – 0,25 -0,22 МОм±10% ГОСТ 7113-77
- 5 – Конденсатор КТ-1Е-Н30-160-130±10% ОЖО.460.030 ТУ
- 6 – Резистор МЛТ – 0,25-56 Ом±10% ГОСТ 7113-77
- 7 – Транзистор КТ 312Б ГОСТ 14876-69
- 8 – Резистор МЛТ – 0,25-510 Ом±10% ГОСТ 7113-77
- 9 – Конденсатор МБМ-160-0,05-П УБО.462.014 ТУ



### УСИЛИТЕЛЬ

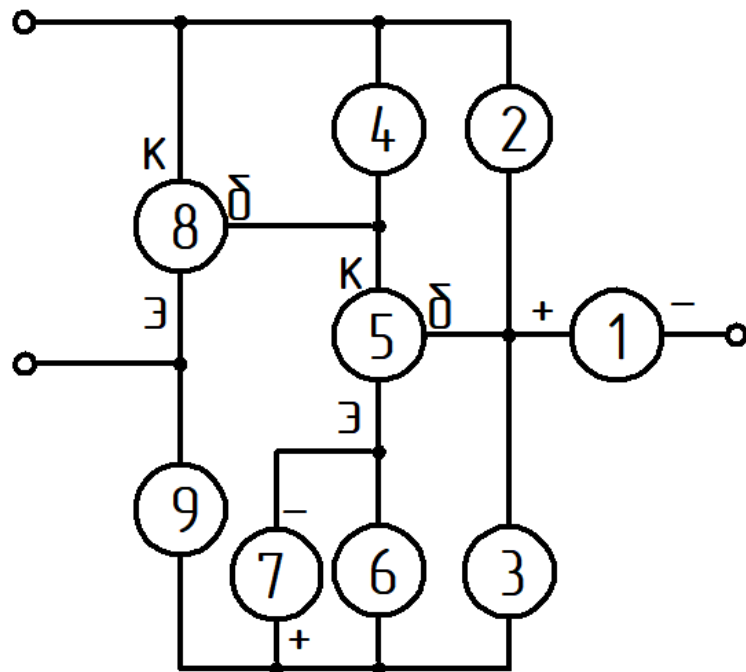
- 1, 11 – Конденсатор КТ -1Е-Н30-160-1000±10% ОЖО.460.030 ТУ
- 2 – Резистор МЛТ – 0,25-4,3 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 3 – Резистор МЛТ – 0,25-3,6 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 4 – Резистор МЛТ – 0,25 -56 Ом±10% ГОСТ 7113-77
- 5 – Конденсатор КТ-1Е-М1300-200-130±10% ОЖО.460.030 ТУ
- 6 – Резистор МЛТ – 0,25-180 Ом±10% ГОСТ 7113-77
- 7 – Транзистор П416А ГОСТ 14876-69
- 8 – Резистор МЛТ – 0,25 -910 Ом±5% ГОСТ 7113-77
- 9 – Конденсатор КТ-1Е-Н70-125-1500±10% ОЖО.460.030 ТУ
- 10 – Конденсатор КТ-1Е-М75-200-68±10% ОЖО.460.030 ТУ





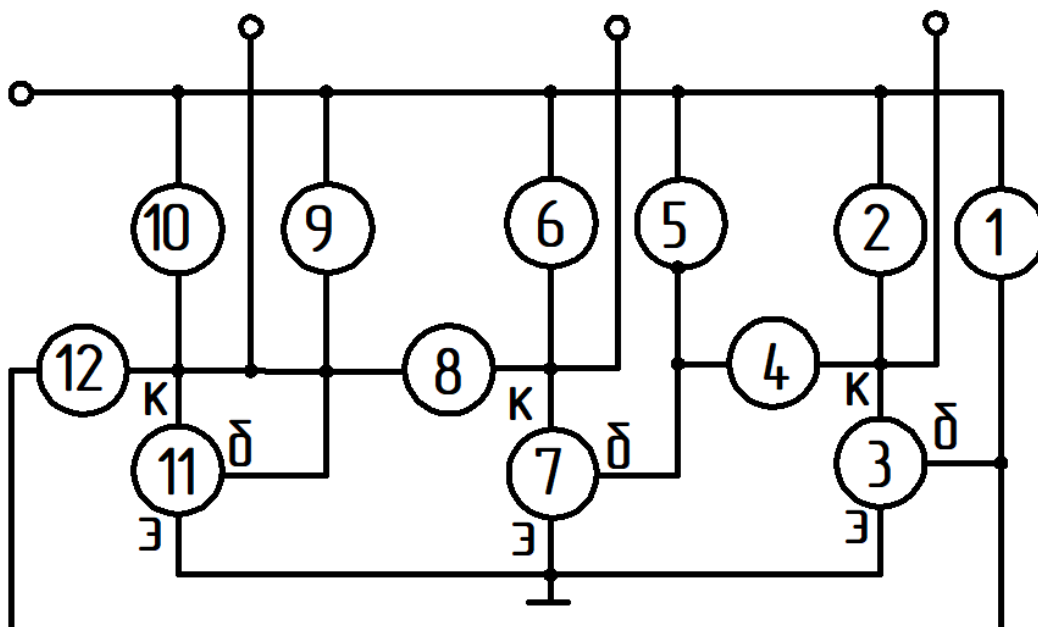
### УСИЛИТЕЛЬ НЧ

- 1 – Конденсатор К50 -6-25-20 ОЖО.464.031 ТУ
- 2 – Стабилитрон Д808 ГОСТ 20215-84
- 3 – Резистор МЛТ – 0,25-15 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 4, 12 – Транзистор МП40 ГОСТ 14876-69
- 5 – Резистор МЛТ – 0,25 -47 Ом±5% ГОСТ 7113-77
- 6 – Резистор МЛТ – 0,25 -1,2 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 7 – Конденсатор КМ-6-Н90-0,047±10% ОЖО.461.061 ТУ
- 8 – Резистор МЛТ – 0,25 -0,22 МОм±10% ГОСТ 7113-77
- 9 – Конденсатор КМ-6-Н50-0,15±10% ОЖО.461.061 ТУ
- 10 – Резистор МЛТ – 0,25 -27 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 11 – Резистор МЛТ – 0,25 -10 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 13 – Резистор МЛТ – 0,25 -2,4 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 14 – Конденсатор К50-6-25-50 ОЖО.464.031 ТУ



### УСИЛИТЕЛЬ НЧ

- 1 – Конденсатор К50 -6-15-20 ОЖО.464.031 ТУ
- 2 – Резистор МЛТ – 0,25-24 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 3, 4 – Резистор МЛТ – 0,25 -24 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 5, 8 – Транзистор МП39 ГОСТ 14948-69
- 6 – Резистор МЛТ – 0,25 -2 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 7 – Конденсатор К50-6-25-50 ОЖО.464.031 ТУ
- 9 – Резистор МЛТ – 0,25 -3,9 кОм±10% ГОСТ 7113-77



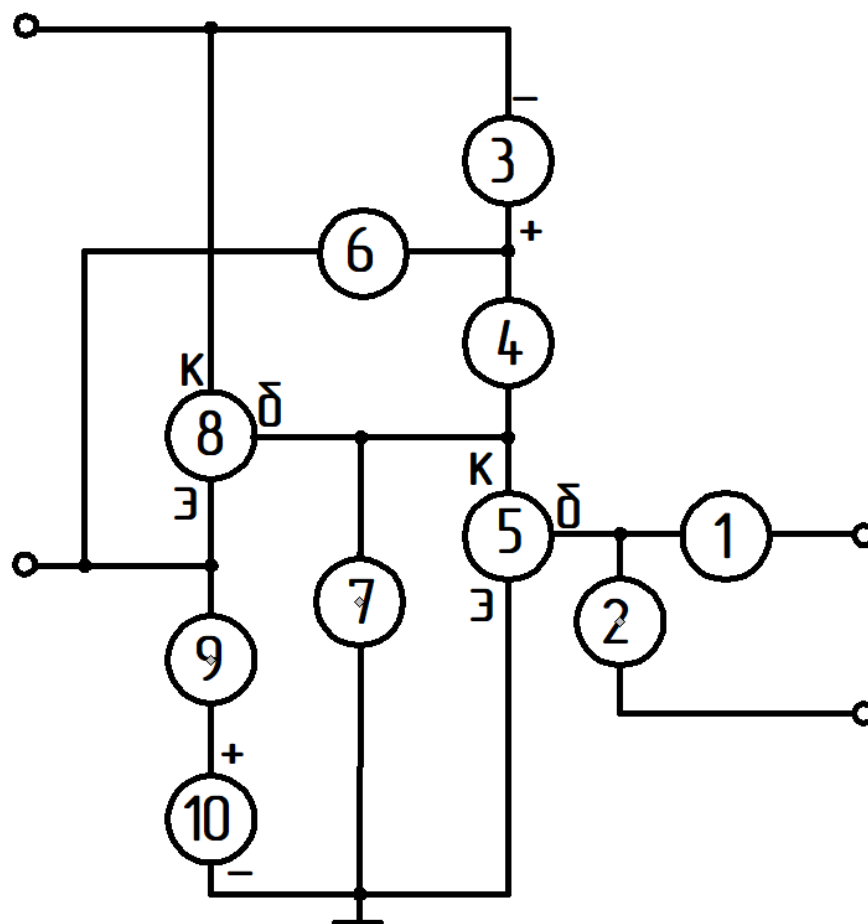
### МУЛЬТИВИБРАТОР

1, 5, 9 – Резистор МЛТ – 0,25 -56 кОм±10% ГОСТ 7113-77

2, 6, 10 – Резистор МЛТ – 0,25-3 кОм±10% ГОСТ 7113-77

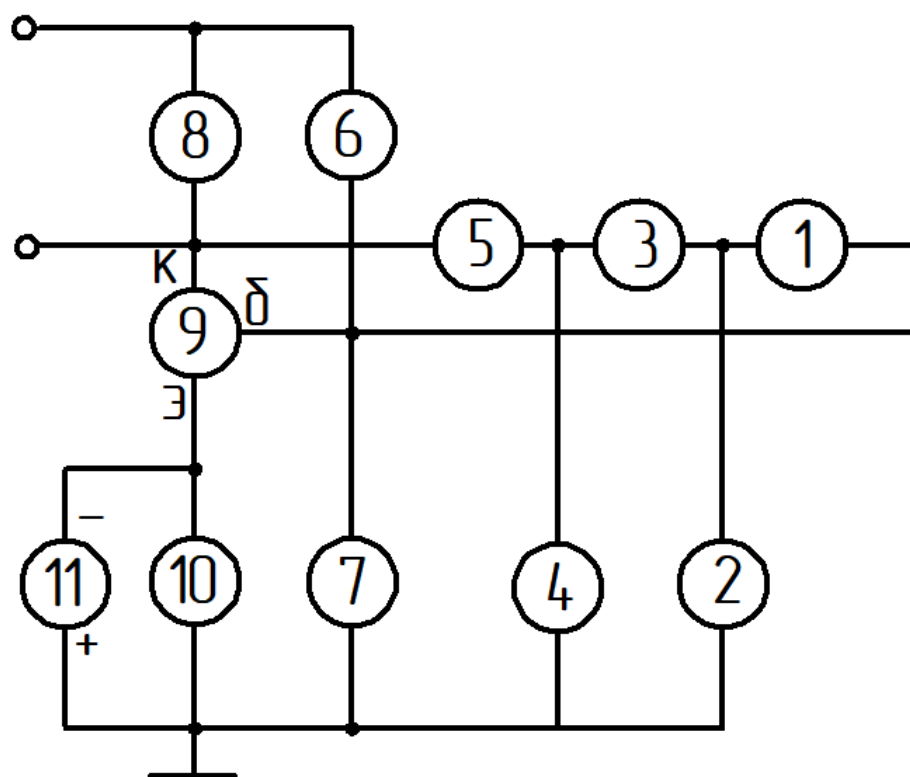
3, 7, 11 – Транзистор МП39 ГОСТ 14948-69

4, 8, 12 – Конденсатор КМ-6-П33-2000±10% ОЖО.461.061 ТУ



### ГЕНЕРАТОР

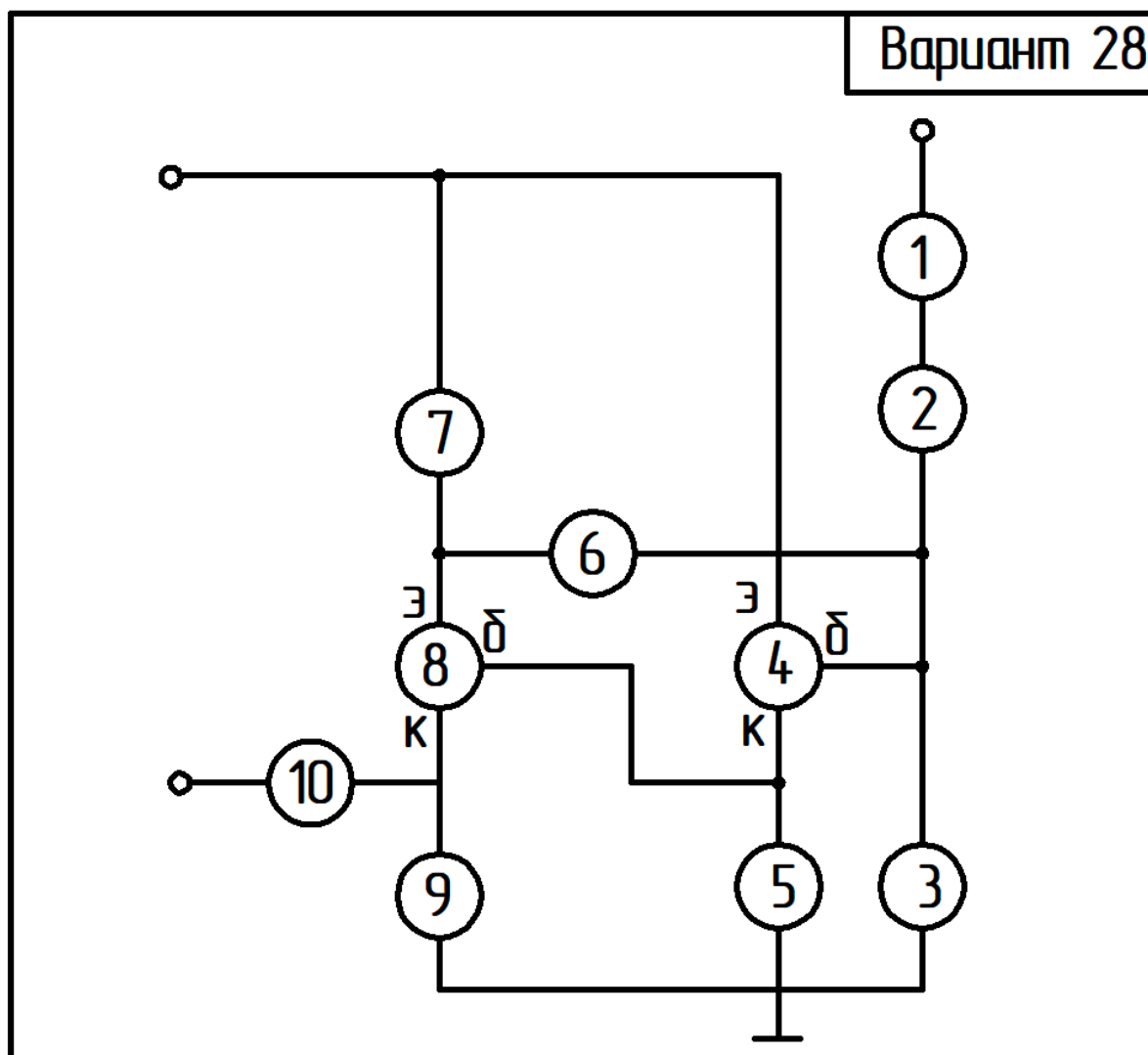
- 1 – Резистор МЛТ – 0,25-3 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 2 – Резистор МЛТ – 0,25-2,5 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 3 – Диод Д9Д ГОСТ 14758-69
- 4 – Резистор МЛТ – 0,25 -36 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 5, 8 – Транзистор МП39 ГОСТ 14948-69
- 6 – Конденсатор КМ-6-Н90-0,68±10% ОЖО.461.061 ТУ
- 7 – Конденсатор КМ-6-Н90-0,033±10% ОЖО.461.061 ТУ
- 9 – Резистор МЛТ – 0,25-5,1 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 10 – Гальванический элемент



### ГЕНЕРАТОР

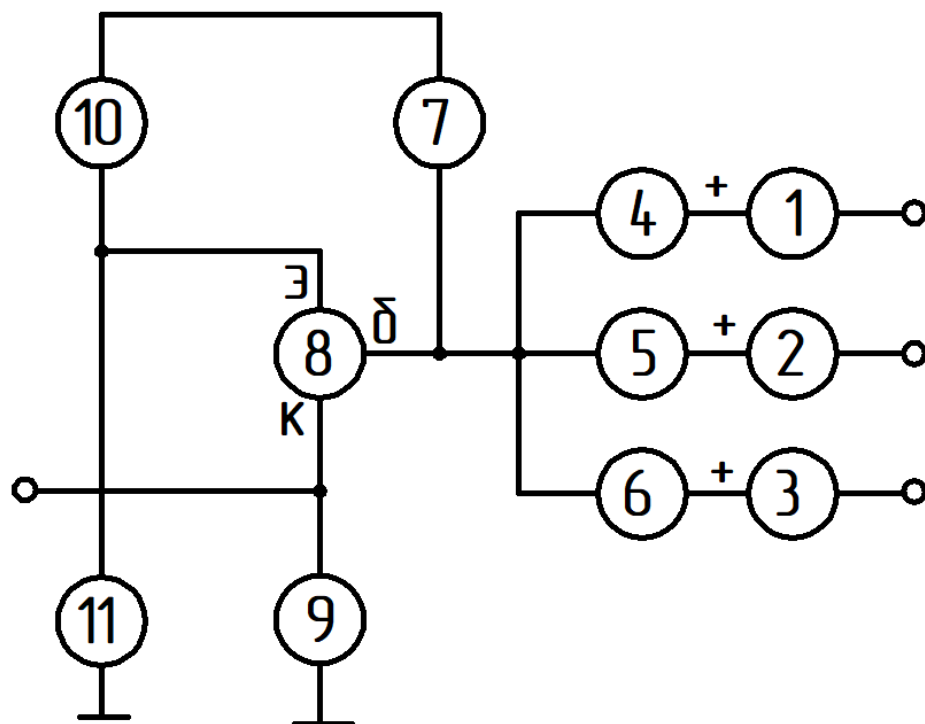
- 1, 3, – Конденсатор КМ-6-Н50-0,01±10% ОЖО.461.061 ТУ  
 2, 4, 7, 8 – Резистор МЛТ – 0,25-10 кОм±10% ГОСТ 7113-77  
 6 – Резистор МЛТ – 0,25 -22 кОм±10% ГОСТ 7113-77  
 9 – Транзистор МП39 ГОСТ 14948-69  
 10 – Резистор МЛТ – 0,25 -47 кОм±10% ГОСТ 7113-77  
 11 – Конденсатор К50-6-25-20 ОЖО.464.031 ТУ

1, 9 – Резистор МЛТ – 0,25-1 кОм±10% ГОСТ 7113-77  
2, 10 – Транзистор МП39 ГОСТ 14948-69  
3, 7 – Конденсатор КМ6-М75-200±10% ОЖО.461.061 ТУ  
4, 8 – Стабилитрон Д808 ГОСТ 20215-84  
5, 6 – Диод Д9Г ГОСТ 14758-69



### ВИДЕОУСИЛИТЕЛЬ

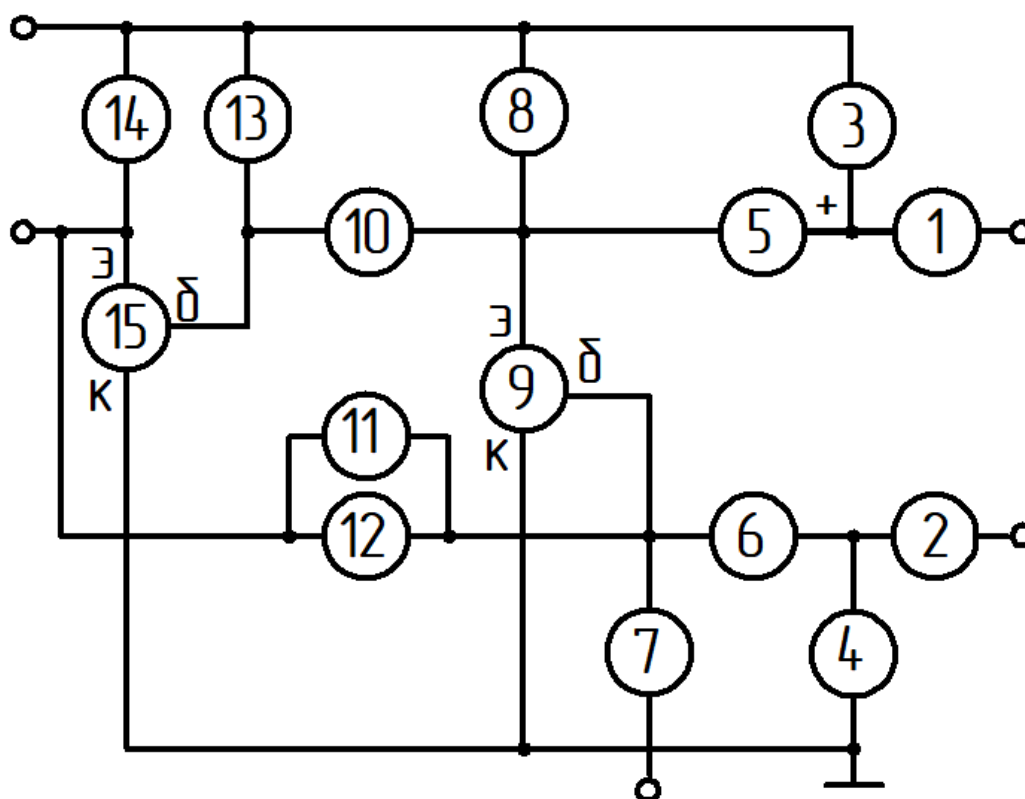
- 1, 6 – Резистор МЛТ – 0,25-1,3 кОм±10% ГОСТ 7113-77  
2, 10 – Конденсатор МБМ-160-0,05 – П УБО.462.014 ТУ  
3 – Резистор МЛТ – 0,25-0,11 МОм±10% ГОСТ 7113-77  
4, 8 – Транзистор КТ312Б ГОСТ 14876-69  
5 – Резистор МЛТ – 0,25-3 кОм±10% ГОСТ 7113-77  
7 – Резистор МЛТ – 0,25-62 Ом±10% ГОСТ 7113-77  
9 – Резистор МЛТ – 0,25-620 Ом±10% ГОСТ 7113-77



### ЛОГИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТ «ИЛИ»

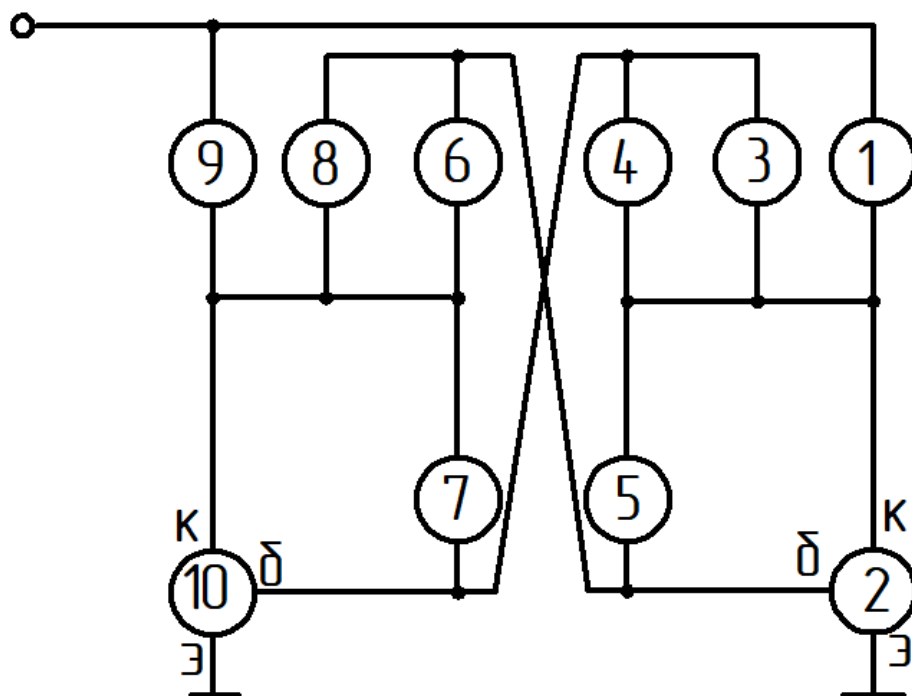
- 1, 2, 3 – Резистор МЛТ – 0,25-20 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 4, 5, 6 – Диод Д9Г ГОСТ 14758-69
- 7, 9 – Резистор МЛТ – 0,25-6,2 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 8 – Транзистор МП36 ГОСТ 14876-69
- 10 – Резистор МЛТ – 0,25-510 Ом±10% ГОСТ 7113-77
- 11 – Резистор МЛТ – 0,25-1,5 кОм±10% ГОСТ 7113-77





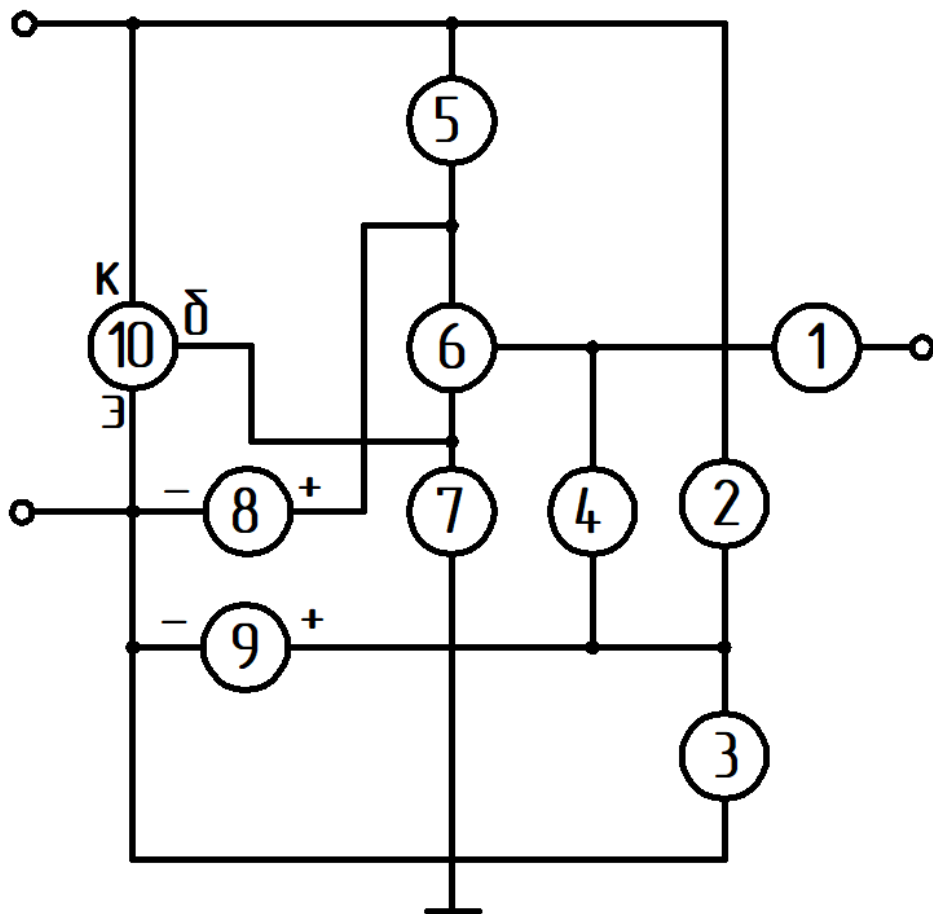
### МУЛЬТИВИБРАТОР

- 1 – Конденсатор КТ-1Е-Н30 -160-200  $\pm 10\%$  ОЖО.460.030 ТУ
- 2 – Конденсатор КТ-1Е-М75 -200-100  $\pm 10\%$  ОЖО.460.030 ТУ
- 3, 4 – Резистор МЛТ – 0,25-302 кОм $\pm 10\%$  ГОСТ 7113-77
- 5, 6 – Диод Д311 ГОСТ 14768-69
- 7, 12 – Резистор МЛТ – 0,25-22 кОм $\pm 10\%$  ГОСТ 7113-77
- 8 – Резистор МЛТ – 0,25-2,2 кОм $\pm 10\%$  ГОСТ 7113-77
- 9, 15 – Транзистор П416Б ГОСТ 14876-69
- 10 – Конденсатор КТ-1Е-Н30 -160-1000  $\pm 10\%$  ОЖО.460.030 ТУ
- 11 – Конденсатор КТ-1Е-П33 -200-56  $\pm 10\%$  ОЖО.460.030 ТУ
- 13 – Резистор МЛТ – 0,25-47 кОм $\pm 10\%$  ГОСТ 7113-77
- 14 – Резистор МЛТ – 0,25-1,8 кОм $\pm 10\%$  ГОСТ 7113-77



### МУЛЬТИВИБРАТОР

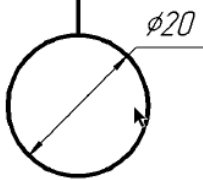
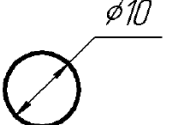
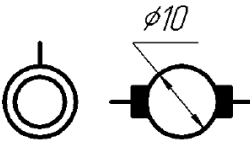
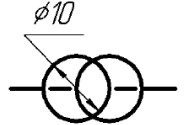
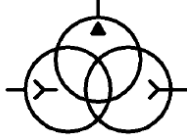
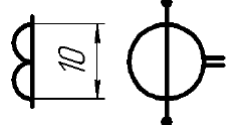
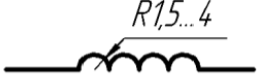
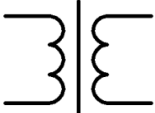
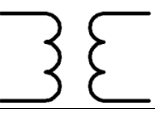
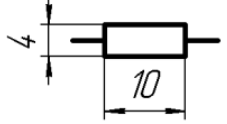
- 2, 10 – Транзистор МП39 ГОСТ 14948-69
- 3, 8 – Конденсатор МБМ-160-0,05 - П УБО.462.014
- 1, 9 – Резистор МЛТ – 0,25-1 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 4, 6 – Резистор МЛТ – 0,25-24 кОм±10% ГОСТ 7113-77
- 5, 7 – Резистор МЛТ – 0,25-27 кОм±10% ГОСТ 7113-77

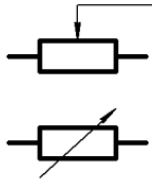
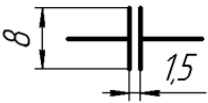
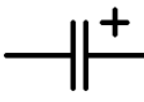

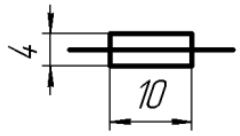
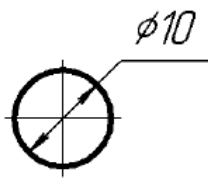
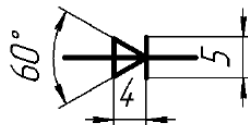

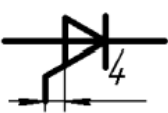
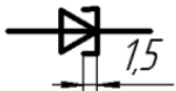

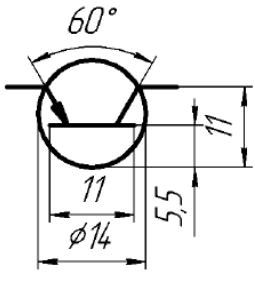


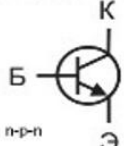
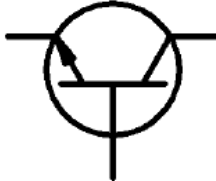
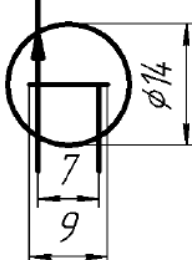
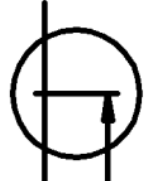

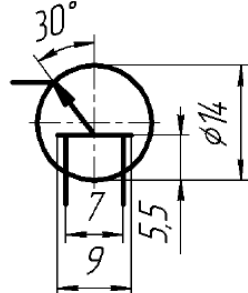
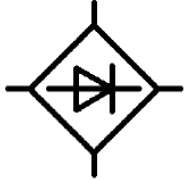
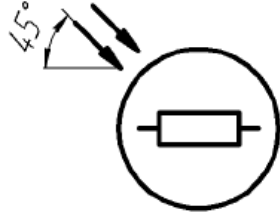
### ПОВТОРИТЕЛЬ ЭМИТТЕРНЫЙ

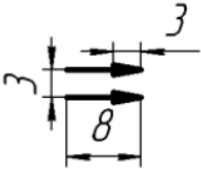
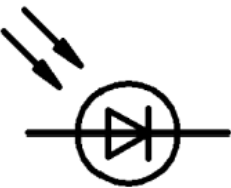
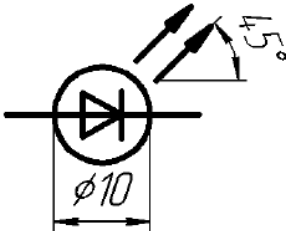
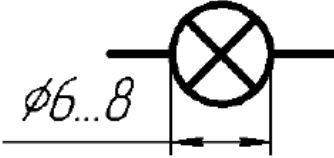
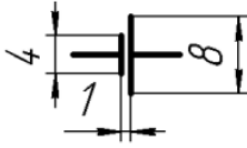



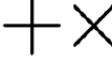
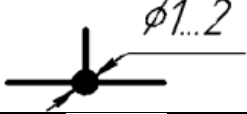

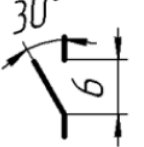
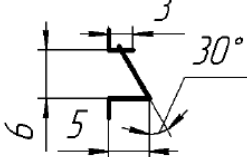
- 1 – Конденсатор КМ-6-Н90-0,1  $\pm 10\%$  ОЖО.461.061 ТУ
- 2, 3 – Резистор МЛТ – 0,25-75 кОм  $\pm 10\%$  ГОСТ 7113-77
- 4 – Резистор МЛТ – 0,25-0,3 МОм  $\pm 10\%$  ГОСТ 7113-77
- 5 – Резистор МЛТ – 0,25-0,1 МОм  $\pm 10\%$  ГОСТ 7113-77
- 6 – Транзистор МП40 ГОСТ 14948-69
- 7 – Резистор МЛТ – 0,25-0,51 МОм  $\pm 10\%$  ГОСТ 7113-77
- 8 – Конденсатор К50-6-100-10  $\pm 10\%$  ОЖО.464.031 ТУ
- 9 – Конденсатор К50-6-25-50  $\pm 10\%$  ОЖО.464.031 ТУ
- 10 – Транзистор МП40 ГОСТ 14948-69

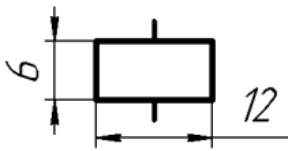
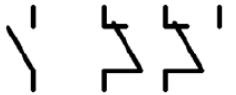
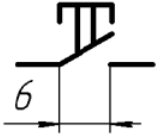
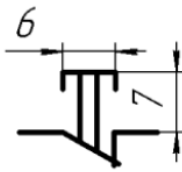

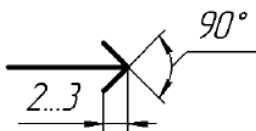
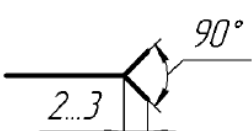
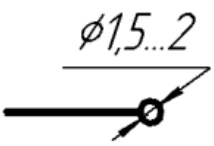
# Условные графические обозначения элементов

Наименование и обозначение стандарта ЕСКД	Наименование элемента	Условное графическое обозначение	Буквенное обозначение по ГОСТ 2.710-81
Машины электрические	Генератор		G
	Синхронный компенсатор		GC
	Электрический двигатель: а – асинхронный с к.з. ротором б- постоянного тока		M
Катушки индуктивности, трансформаторы ГОСТ 2.723-68	Трансформатор однофазный, трансформатор напряжения		TV
	трансформатор напряжения трехфазный2 обмоточный		TV
	Трансформатор тока		TA
	Катушка индуктивности		L
	Трансформатор с сердечником		T
	Трансформатор без сердечника		T
Резисторы, конденсаторы ГОСТ 2.728-74	Резистор		R

	Резистор регулируемый		R
	Конденсатор		C
	Конденсатор электролитический		C
	Конденсатор переменной емкости		C
Разрядники, предохранители ГОСТ 2.727-68	Предохранители		C
Приборы электроизмерительные ГОСТ 2.729-68	Прибор измерительный показывающий		P
	Амперметр		PA
	Вольтметр		PV
	Ваттметр		VW
Приборы полупроводниковые ГОСТ 2.730-73	Диод		VD
	Тиристор с управлением по катоду		VS
	Тиристор с управлением по аноду		VS
	Туннельный диод		VD
	Стабилитрон		VD
	Транзистор типа PNP П416А, П416Б МП39...МП42		VT

Приборы полупроводниковые ГОСТ 2.730-73	Транзистор типа NPN  МП113, КТ312Б, МП35...МП38  		VT
	Транзистор полевой с каналом Р-типа		VT
	Транзистор полевой с каналом N-типа		VT
	Транзистор однопереходный с N-базой		VT
	Транзистор однопереходный с P-базой		VT
	Схема выпрямительная мостовая однофазная		VD
	Фоторезистор		BL

	Размеры стрелок		-
	Фотодиод		BL
	Светодиод		VD
Источники света ГОСТ 2.732-68	Лампа накаливания (сигнальная)		HL
Источники тока электрохимические ГОСТ 2.742-68	Элемент гальванический (аккумулятор)		G
Электрические связи, провода, кабели и шины ГОСТ 2.751-73	Линия связи электрической		
	Линия связи механической		
	Излом линии электрической связи		
	Пересечение линии электрической связи		
	Ответвление линий		
	Корпус / машины, аппарат и т.д.		
Устройства коммутационные и контактные соединения ГОСТ 2.755-87	Выключатель с замыкающим контактом		S
	Выключатель с размыкающим контактом		S

	Обмотка реле		K
	Контакты реле		K
	Кнопка с замыкающим контактом		SB
	Кнопка с размыкающим контактом		SB
	Кнопка с замыкающим и размыкающим контактом		SB
	Штырь		XP
	Гнездо		XS
	Клемма		XT



**Буквенные коды элементов по ГОСТ 2.710-81**

А – устройство (общее обозначение).  
В – преобразователи неэлектрических величин в электрические (кроме генераторов и источников питания); аналоговые и многозарядные преобразователи, датчики для указания или измерения.  
ВА – громкоговоритель.  
ВВ – магнитострикционный элемент.  
В – детектор ионизирующих излучений.  
ВЕ – сельсин-приемник.  
ВF – телефон (капсюль).  
ВС – сельсин-датчик.  
ВК – тепловой датчик.  
ВL – фотоэлемент.  
ВМ – микрофон.  
ВР – датчик давления.  
ВQ – пьезоэлемент.  
ВR – датчик частоты вращения (тахогенератор).  
BS – звукоосниматель.  
BV – датчик скорости.  
С – конденсаторы.  
D – схемы интегральные, микросборки.  
DA – схема интегральная аналоговая.  
DD – схема интегральная цифровая, логический элемент.  
DS – устройство хранения информации.  
DT – устройство задержки.  
PT – часы, измеритель времени, действия.  
PV – вольтметр.  
PW – ваттметр.  
R – резисторы.  
RK – терморезисторы.  
RP – потенциометр.  
RS – шунт измерительный  
RU – варистор.  
S – устройства коммутационные в цепях управления, сигнализации и измерительных.  
SA – выключатель или переключатель.  
SB – выключатель кнопочный.  
SF – выключатель автоматический.  
Т – трансформаторы, автотрансформаторы.

ТА – трансформаторы тока.  
TS – электромагнитный стабилизатор.  
TV – трансформатор напряжения.  
U – устройства связи, преобразователи электрических величин в электрические.  
UB – модулятор.  
UI – дискриминатор.  
UR – демодулятор.  
UZ – преобразователь частотный, инвертор, генератор частоты, выпрямитель.  
V – приборы электровакуумные и полупроводниковые.  
VD – диод, стабилитрон.  
VL – прибор электровакуумный.  
VT – транзистор.  
F – разрядники, предохранители, устройства защитные.  
FA – дискретный элемент защиты по току мгновенного действия.  
FP – дискретный элемент защиты по току инерционного действия.  
FU – предохранитель плавкий.  
FV – дискретный элемент защиты по напряжению, разрядник.  
G – генераторы, источники питания.  
GB – батарея.  
H – устройства индикационные и сигнальные.  
HA – прибор звуковой сигнализации.  
HG – индикатор символьный.  
HL – прибор световой сигнализации.  
K – реле, контакторы, пускатели.  
KA – реле токовое.  
KH – реле указательное.  
KK – реле электротепловое.  
KM – контактор, магнитный пускатель.  
KT – реле времени.  
KV – реле напряжения.  
L – катушки индуктивности, дроссели.  
P – приборы измерительные.  
PA – амперметр.  
PC – счетчик импульсов.  
PF – частотомер.  
PI – счетчик активной энергии.  
PK – счетчик реактивной энергии.  
PR – омметр.  
PS – регистрирующий прибор.  
VS – тиристор.  
W – линии и элементы СВЧ антенны.  
WE – ответвитель.  
WK – короткозамыкатель.

WS – вентиль.  
WT – трансформатор, фазовращатель.  
WU – аттенюатор.  
WA – антенна.  
X – соединения контактные.  
XA – токосъемник, контакт скользящий.  
XP – штырь.  
XS – гнездо.  
XT – соединение разборное.  
XW – соединитель высокочастотный.  
Y – устройства механические с электромагнитным приводом.  
YA – электромагнит.  
YB – тормоз с электромагнитным приводом.  
YC – муфта с электромагнитным приводом.  
YN – электромагнитный патрон или плита.  
Z – устройства оконечные, фильтры, ограничители.

### Перечень некоторых стандартов по выполнению схем

- 2.708-81 Правила выполнения электрических схем цифровой вычислительной техники.
- 2.721-74 Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения.
- 2.731-81 Обозначения условные графические в схемах. Приборы электровакуумные.
- 2.734-68 Обозначения условные графические в схемах. Линии сверхвысокой частоты и их элементы.
- 2.735-68 Обозначения условные графические в схемах. Антенны.
- 2.743-82 Обозначения условные графические в схемах. Элементы цифровой техники.
- 2.758-81 Обозначения условные графические в схемах. Сигнальная техника.
- 2.759-82 Обозначения условные графические в схемах. Элементы аналоговой техники.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Усатенко, С. Т. Выполнение электрических схем по ЕСКД: справочник / С. Т. Усатенко, Т. К. Каченюк, М.В. Терехова. – 2-е изд., перераб. и доп.– Москва: Изд-во стандартов, 1992. – 316 с.
2. Разработка и оформление конструкторской документации РЭА: справочник / Э. Т. Романычева, А.К. Иванова, А.С. Куликов. – Москва: Радио и связь, 1989. – 448 с.



Учебное издание

**ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ  
В ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ**

*Учебно-методическое пособие*

*Составители:* доцент **Стреляная** Юлия Олеговна,  
доцент **Мухина** Оксана Викторовна

*В авторской редакции*

Изд. № 86/2021. Объем 8 п.л.  
РИИЦМ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»