

Національний університет біоресурсів і природокористування України  
Ніжинський агротехнічний інститут

Т.П. Федорина

Л.Г. Якубінська

# **СХЕМИ КІНЕМАТИЧНІ ПРИНЦИПОВІ**

# **СХЕМИ ЕЛЕКТРИЧНІ ПРИНЦИПОВІ**

Методичні вказівки до виконання графічних робіт  
з курсу **ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА**

Для студентів за спеціальностями:

-5.10010201 «Експлуатація та ремонт машин і обладнання  
агропромислового виробництва»

-5.10010202 «Монтаж, обслуговування та ремонт електротехнічних  
установок в агропромисловому комплексі»

-5.05020201 «Монтаж, обслуговування засобів та систем автоматизації  
технологічного виробництва»

Містить теоретичний матеріал з кінематичних та електричних принципів схем, умовні графічні позначення на схемах, зразки виконання креслень схем, оформлення переліку елементів до принципів схем та завдання для виконання графічних робіт.

Укладачі:

Федорина Тетяна Петрівна – викладач Ніжинського агротехнічного інституту;

Якубінська Лідія Григорівна – старший викладач Ніжинського агротехнічного інституту.

Рецензенти:

Пилипака С.Ф. – професор, д.т.н., завідувач кафедри нарисної геометрії та інженерної графіки Національного університету біоресурсів і природокористування України.

Приходько С.П. - старший викладач Ніжинського агротехнічного інституту.

Рекомендовано до друку на засіданні Вченої ради НАТІ

Протокол № 6 від 19.03.09 р.

Методичні вказівки до виконання графічних робіт з курсу **інженерна графіка** для студентів за спеціальностями:

-5.10010201 «Експлуатація та ремонт машин і обладнання агропромислового виробництва»

-5.10010202 «Монтаж, обслуговування та ремонт електротехнічних установок в агропромисловому комплексі»

-5.05020201 «Монтаж, обслуговування засобів та систем автоматизації технологічного виробництва».

Т.П.Федорина, Л.Г.Якубінська. – Ніжин.: Міланік, 2009. – 65 с.

## ЗМІСТ

1.	Класифікація схем.....	4
2.	Загальні вимоги до схем.....	7
3.	Кінематичні схеми.....	8
	3.1 Умовні позначення на кінематичних схемах.....	12
	3.2 Зміст графічної роботи та послідовність її виконання.....	15
	3.3 Завдання до графічної роботи „Кінематична схема”.....	18
4.	Електричні схеми.....	31
	4.1 Елементи електричних схем.....	31
	4.2 Умовні графічні позначення елементів на електричних схемах.....	33
	4.3 Літерно-цифрові позиційні позначення елементів.....	38
	4.4 Характеристики вхідних і вихідних ланцюгів.....	38
	4.5 Умовності та спрощення на схемах.....	39
	4.6 Зміст графічної роботи та послідовність її виконання.....	41
	4.7 Завдання до графічної роботи „Електрична схема”.....	47
5.	Перелік елементів до схем.....	61
6.	Контрольні запитання.....	63
	Література .....	64

# 1 КЛАСИФІКАЦІЯ СХЕМ

Багато сучасних машин, верстатів та приладів конструктивно складаються з механічних, гідравлічних електричних та інших пристроїв. Вивчити принцип роботи машини за складальним кресленням або кресленням загального виду складно, тому часто виконують особливі спрощення зображень - схеми, які дозволяють значно швидше зрозуміти принцип роботи машини.

Головним конструкторським документом, яким користуються для розробки, виготовлення й експлуатації пристроїв, є схема. Тому знання умовних позначень елементів і правил графічного оформлення схем слід вважати складовою частиною підготовки спеціалістів з курсу інженерної графіки для більшості спеціальностей.

На жаль, в існуючих виданнях підручників і посібників з інженерної графіки для вищої школи цей розділ викладено в недостатньому обсязі або такий матеріал зовсім відсутній.

Мета графічних робіт, що розглядаються, - ознайомити студентів з умовними графічними позначеннями деяких найпоширеніших елементів кінематичних та електричних схем, а також з правилами виконання й оформлення принципів схем на конкретних прикладах.

***Схема - це конструкторський документ, на якому у вигляді умовних позначень або зображень показано складові частини виробу і зв'язок між ними.***

Схеми прості за виконанням і достатньо наочні. Вони можуть виконуватись в прямокутних (ортогональних) і в аксонометричних проекціях.

Складається схема з елементів, пристроїв, функціональних груп і функціональних частин.

*Елемент схеми* - складова частина схеми, яка виконує у виробі певну функцію і не може бути розділена на складові частини із самостійним функціональним призначенням (резистор, насос, муфта, трансформатор, тощо).

*Пристрій* - сукупність елементів, що складають єдину конструкцію (блок живлення, механізм, тощо). Пристрій може не мати з виробом визначеного функціонального призначення.

*Функціональна група* - сукупність елементів, що виконують у виробі єдину функцію, при цьому не об'єднані в єдину конструкцію.

*Функціональна частина* - елемент, функціональна група або пристрій, що виконують визначену функцію.

*Функціональний ланцюг* - лінія, канал, тракт визначеного функціонального призначення.

*Лінія взаємозв'язку* - відрізок лінії, що вказує на наявність зв'язку між елементами схеми і функціональними частинами виробу.

*Устаткування* - умовна назва об'єкта в енергетичних спорудах, на які випускається схема.

*Принципова (повна) схема* визначає повний склад елементів виробу та зв'язки між ними і дає детальне уявлення про принцип роботи виробу або установки.

Принципова схема є основою для розробки креслень та інших конструкторських документів; крім того, цією схемою користуються при контролі, налагоджуванні та регулюванні виробу і під час його ремонту.

Згідно з ГОСТ 2.701-84 схеми залежно від видів елементів і зв'язків, що входять у склад виробу, поділяються на види, перелік яких наведено в табл. 1.1.

Залежно від основного призначення схеми поділяються на типи табл. 1.2.

Таблиця 1.1

<b>Вид схеми</b>	<b>Шифр виду</b>	<b>Вид схеми</b>	<b>Шифр виду</b>
Електрична	Е	Вакуумна	В
Гідравлічна	Г	Газова	Х
Пневматична	П	Автоматизації	А
Кінематична	К	Енергетична	Р
Оптична	Л	Комбінована	С

Таблиця 1.2

Тип схеми	Шифр типу	Призначення схеми
Структурна	1	Визначає основні функціональні частини виробу, їх призначення і взаємозв'язок
Функціональна	2	Пояснює процеси, що відбуваються в окремих функціональних ланцюгах виробу, а також у виробі вцілому
Принципова (повна)	3	Визначає певний склад елементів і зв'язків між ними і дає детальне уявлення про принцип роботи виробу
З'єднань (монтажна)	4	Показує з'єднання складових частин виробу і визначає з'єднувальні дроти, джгути, кабелі, а також місця їх приєднання та вводу
Підключення	5	Показує зовнішні підключення виробу
Загальна	6	Визначає складові частини комплексу та їх з'єднання між собою
Розташування	7	Визначає відносне розташування складових частин, а також дротів, джгутів, кабелів, що їх з'єднують
Об'єднана	0	Іноді на одному кресленні розміщують схеми двох типів

Кожній схемі присвоюють шифр. Він складається з літери, яка визначає вид схеми, і цифри, що визначає тип схеми. Наприклад, схема електрична принципова – Е3, схема гідравлічна структурна – Г1. Цей шифр обов'язково вказується в основному написі креслення.

## 2 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО СХЕМ

Схеми виконують на стандартних форматах без збереження масштабу; кількість і комплектність схем визначається особливостями виробу і має бути мінімальною, але достатньою для проектування, виготовлення, регулювання та налагоджування виробу в процесі його експлуатації та під час ремонту. Виконують схеми компактно, але виразно і зручно для читання:

На схемах, як правило, застосовують стандартизовані умовні позначення елементів; якщо ж креслять елемент, що не має стандартизованого позначення, на схемі дають відповідне пояснення;

Слід добиватись якнайменшого перетину і зламу ліній зв'язків між елементами схеми; відстань між паралельними лініями повинна бути не менша за 3 мм;

Елементи виробу, що становлять окрему функціональну групу, дозволяється виділяти тонкою штрих-пунктирною лінією і надписувати назву цієї групи, наприклад, "Коробка швидкостей", "Супорт" тощо;

На схемах можна поміщати різні технічні дані, які характеризують схему вцілому або її окремі елементи. Для графічних позначень елементів і пристроїв показують, наприклад, номінальні їх параметри, а на вільному місці схеми виконують діаграми, таблиці, роблять текстові написи тощо. Написи біля окремих елементів рекомендується виконувати справа або зверху від умовного знаку;

Якщо потрібно, схему можна виконувати на кількох аркушах або дві схеми на одному аркуші. В останньому випадку в назві записують обидві схеми, наприклад, "Схема електрична принципова і з'єднань";

Дозволяється виконувати схему в межах спрощеного зображення контуру виробу, наприклад, контуру верстата. Цей контур виконують тонкою суцільною лінією.

### 3 КІНЕМАТИЧНІ СХЕМИ

Загальні вимоги до виконання кінематичних схем регламентують стандарти ГОСТ 2.701-84, ГОСТ 2.703-68 та ГОСТ 2.770-68. Залежно від призначення кінематичні схеми поділяють на принципіві, структурні і функціональні.

*Принципова кінематична схема* - сукупність кінематичних елементів і їх з'єднань, що призначені для здійснення регулювання, керування і контролю заданих рухів виконавчих органів. На схемі показують кінематичні зв'язки механічні і немеханічні, які передбачені всередині органів, між окремими парами елементів і групами, а також зв'язки з джерелом руху (рис. 1).

Усі елементи схеми виконують умовними графічними позначеннями (табл.3.1) або спрощено у вигляді зовнішніх контурних обрисів. Креслять умовні позначення, не додержуючи масштабу зображення, але при повторюванні знаків, виконувати їх треба однаковими за розмірами. Бажано, щоб для умовних графічних позначень взаємозв'язаних елементів співвідношення розмірів на схемі приблизно відповідали дійсним співвідношенням їх розмірів. Не порушуючи виразності схеми, дозволяється окремі елементи переносити вгору або вниз від їх справжнього розміщення, виносити за контур виробу, повертати тощо. Якщо ж вали і осі перекриті на схемі іншими частинами механізму, то їх зображують як невидимі (штриховою лінією). (Рис.1)

Коли у виробі кілька однакових механізмів, дозволяється виконувати схему лише одного з них, а інші зображувати спрощено. Коли який-небудь механізм складається і регулюється за окремою схемою, дозволяється на кінематичній схемі виробу не показувати внутрішніх його зв'язків, а посилатися на відповідний документ.

Взаємне розташування елементів на схемі може відповідати вихідному, середньому або робочому положенню виконавчих органів. Дозволяється тонкою штрих-пунктирною лінією показувати граничні положення рухомих частин механізму.



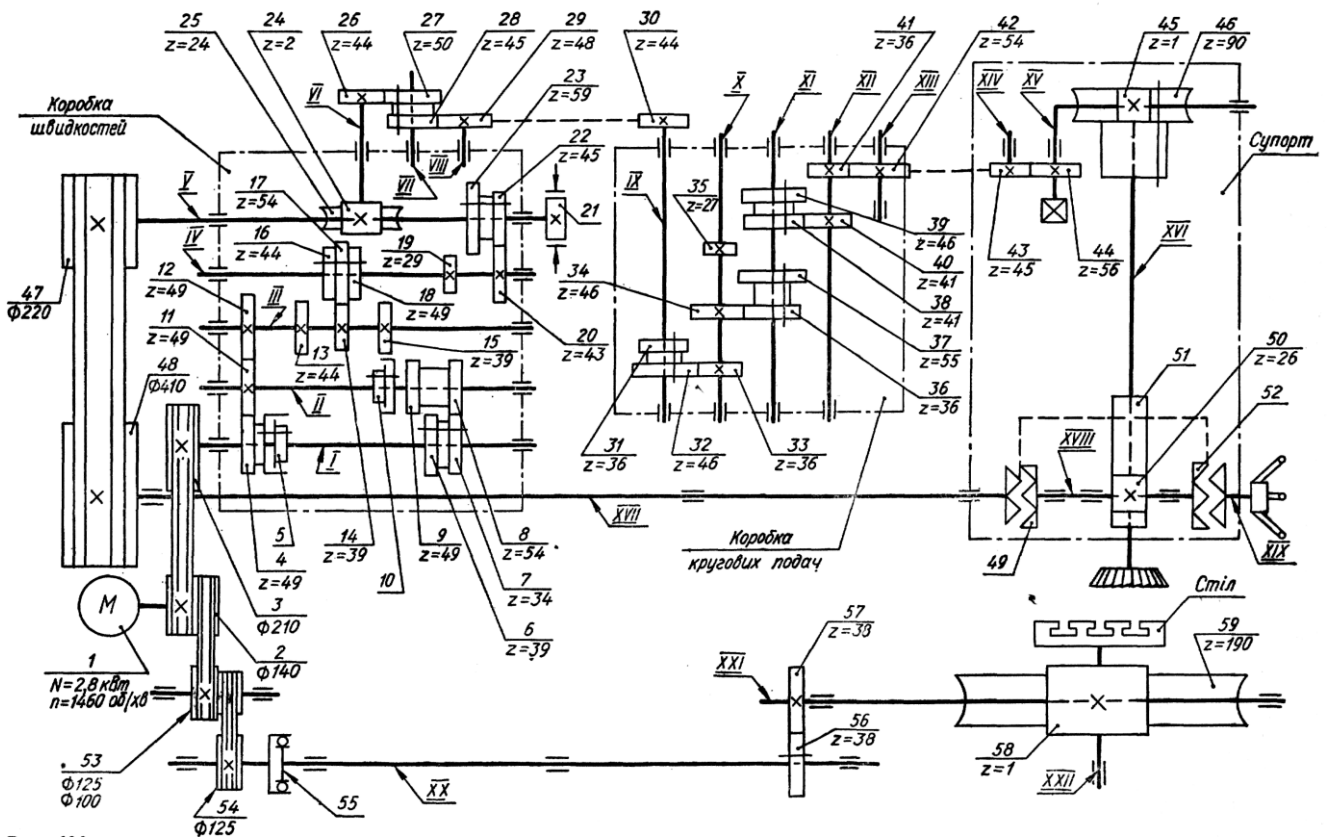


Рис.1

На принциповій кінематичній схемі зображують:

- вали, вісі, стержні, шатуни, кривошипи, тощо - суцільними основними лініями товщиною  $s$ ;
- зубчасті колеса, черв'яки, шківів, кулачки та інші елементи у вигляді спрощених зовнішніх обрисів- суцільними лініями товщиною  $s/2$ ;
- контур виробу, до якого вписана схема або її частина, - суцільними тонкими лініями товщиною  $s/3$ ;
- кінематичні зв'язки між спряженими парами ланок, викреслених окремо, - штриховими лініями товщиною  $s/2$ ;
- кінематичні зв'язки між елементами або між ними і джерелом руху через немеханічні енергетичні ділянки - подвійною штриховою лінією товщиною  $s/2$ ;
- розрахункові зв'язки між елементами - трьома паралельними штриховими лініями товщиною  $s/2$ .

*На принциповій кінематичній схемі зазначають:*

- назву кожної групи елементів з врахуванням її основного функціонального призначення, яке наносять на поличці ліній-виноски, що проводять від відповідної групи;
- основні характеристики і параметри кінематичних елементів, що визначають виконавчі рухи робочих органів виробу або його складових частин;

*Орієнтовний перелік основних характеристик і параметрів кінематичних схем:*

- для джерела руху (двигуна) - назва, тип, характеристика;
- для механізму або кінематичної групи - характеристика основних виконавчих рухів, діапазон регулювання, передаточне відношення, межі переміщень (довжину переміщення або кут оберту виконавчого органу), напрям обертання або переміщення виконавчих органів;
- для відлікових, ділільних і точних механізмів та пристроїв - межі вимірювання, ступінь точності передачі, значення допустимих відносних переміщень і обертів, ціна поділок;
- для шківів пасових передач - діаметри; для змінних шківів - відношення діаметрів ведучих шківів до діаметрів ведених;
- для зубчастих зачеплень - кількість зубців коліс, число зубів на повному колі і фактична кількість зубців зубчастого сектора, модуль, направлення і кут нахилу зубців косозубих коліс і рейок, осьовий модуль, кількість заходів і тип черв'яка;
- для ходового гвинта - хід гвинтової лінії, кількість заходів, напис "Лів." для лівих нарізей;
- для зірочок ланцюгової передачі - кількість зубців, крок ланцюга;
- для кулачка - параметри кривих, межі переміщення поводка (штовхача).

## *Нумерація елементів.*

Кожному кінематичному елементу схеми дається порядковий номер, починаючи від джерела руху, або позиційне позначення буквами. Буквені коди найбільш поширених груп елементів:

А - механізм (загальне позначення);

В - вал;

С - елементи кулачкового механізму (кулачок, штовхач);

Е - різні елементи;

Н - елементи механізму з гнучкими ланками (ланцюг, пас);

К - елементи важільного механізму;

М - джерело руху (двигун);

Р - елементи мальтійського або храпового механізму;

Т - елементи зубчастого або фрикційного механізму;

Х - муфта;

У - гальма.

Вали допускається нумерувати римськими цифрами, всі інші елементи нумерують тільки арабськими цифрами. Порядковий номер елемента проставляють на поличці лінії-виноска. Під поличкою зазначають основні характеристики і параметри даного кінематичного елемента.

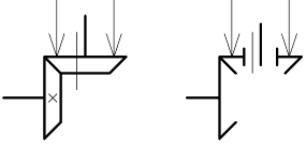
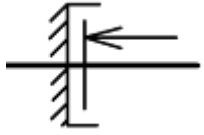
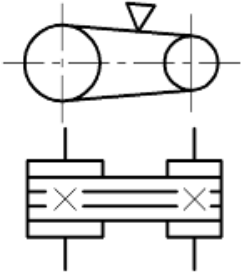
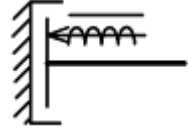
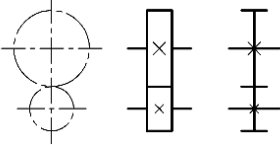
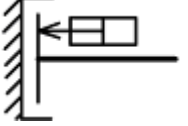
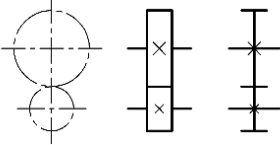
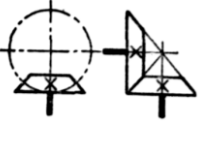
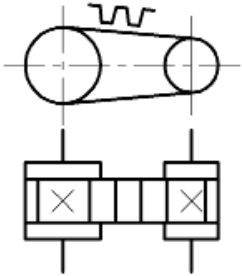
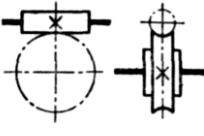

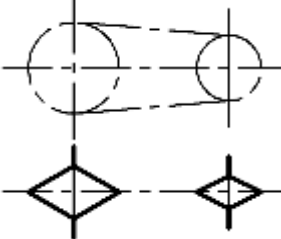
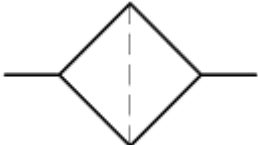




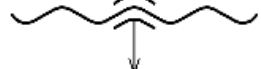
Елементи купованих або запозичених механізмів не нумерують. Змінні кінематичні елементи позначають на схемі малими літерами алфавіту - (змінні шестерні a, b, c, d). Характеристики всього набору змінних елементів зазначають у таблиці на полі креслення.

### 3.1 Умовні позначення на кінематичних схемах

Таблиця 3.1

Назва	Позначення	Назва	Позначення
Вал, стержень, вісь, шатун тощо		З'єднання деталі з валом:	
Нерухоме закріплення осі, стержня, пальця тощо		вільне при обертанні;	
З'єднання стержнів:		рухоме без обертання; за допомо- гою витяжної шпонки;	
жорстке;		глухе;	
шарнірне;		Підшипник ковзання:	
Опора для стержня:		радіальний;	
нерухома;		радіально- упорний двобічний;	
рухома;		Муфта зачеплення:	
З'єднання стержня з нерухомою опорою:		загальне позначення;	
шарнірне з рухом у площині креслення;		односторо нні загальне позначення	
кульовим шарніром;		односторо нні електро- магнітні;	
Підшипник ковзання і кочення на валу (без уточнення типу):		односторо нні гідравлічні або пневматичні;	
радіальний;		кулачкова однобічна;	
		кулачкова двобічна;	



<p>з конічними роликами;</p>		<p>дискові;</p>	
<p>Передавач клиновидним пасом</p>		<p>дискові електромагнітні;</p>	
<p>Передавач зубчастий циліндричний (зовнішнє зачеплення; без уточнення типу зубців)</p>		<p>дискові гідравлічні або пневматичні;</p>	
<p>Передавач зубчастий конічний (без уточнення типу зубців)</p>		<p>Передавач зубчастий конічний (без уточнення типу зубців)</p>	
<p>Передавач зубчастим пасом</p>		<p>Передавач черв'ячний з циліндричним черв'яком</p>	
<p>Гнучкий вал для передачі обертового моменту;</p>		<p>Передавач ланцюгом</p>	
<p>Фільтр для рідини або повітря;</p>		<p>Гайка на гвинті, що передає рух:</p>	
<p>Волого або масловіддільник з автоматичним спуском конденсату</p>		<p>нерознімна;</p>	
		<p>нерознімне з кульками;</p>	
		<p>рознімне;</p>	

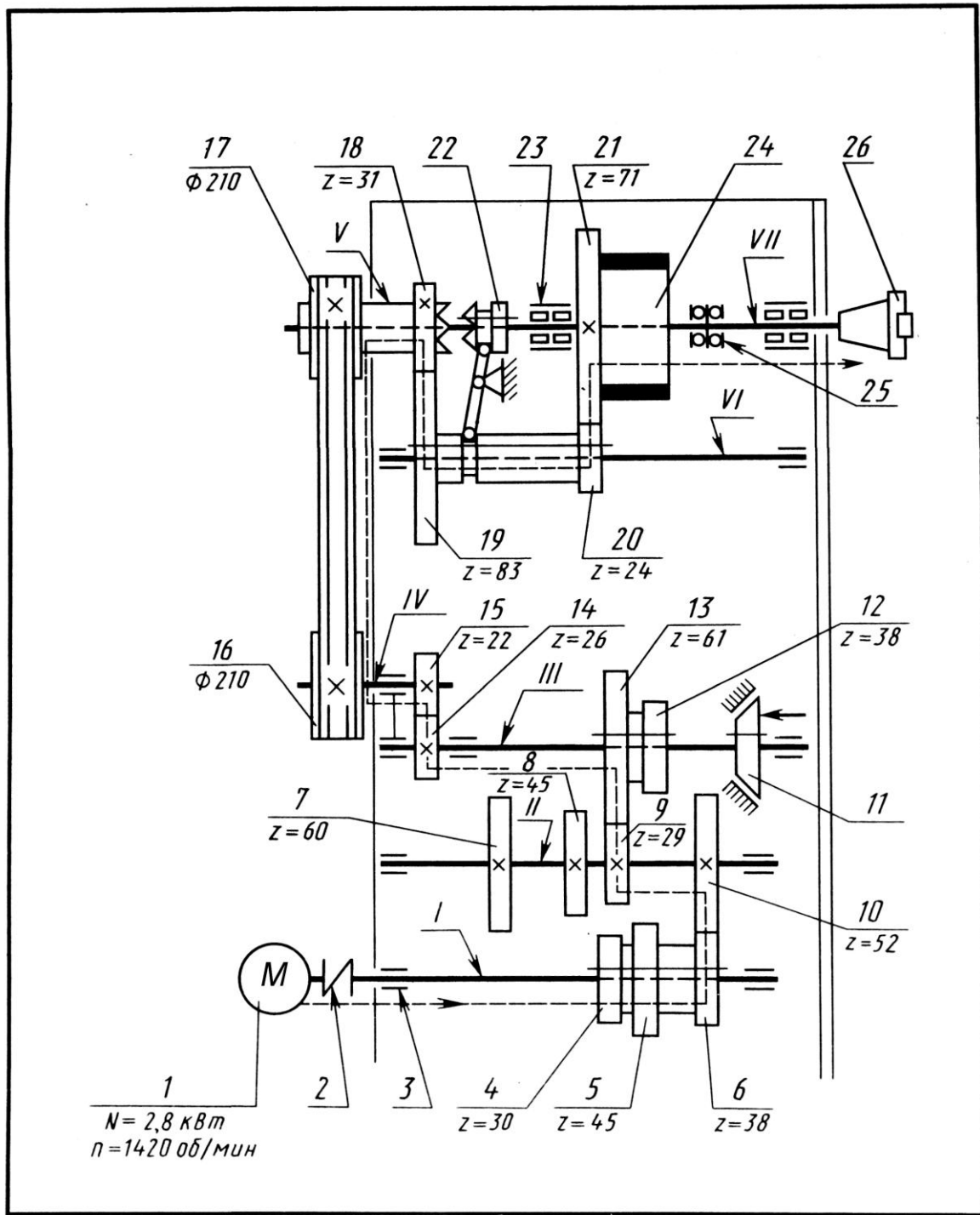
### **3.2 Зміст графічної роботи та послідовність її виконання**

Мета графічної роботи „ Кінематична схема ” – ознайомити студентів з основними графічними й позиційними позначеннями елементів схеми, навчити правилам оформлення кінематичної схеми і перелік елементів до схеми. Як варіант завдання студент отримує схему коробки швидкостей верстата.

**Студент повинен :**

- 1) виконати кінематичну принципову схему згідно з варіантом;
- 2) позначити номерами позицій вали та елементи кінематичної схеми;  
(див.рис.2)
- 3) скласти перелік елементів схеми; (див.рис.3)
- 4) оформити креслення згідно з ЄСКД, тобто виконати рамку, заповнити основний напис і т.п.

Робота виконується олівцем на аркушах формату А4 або А3.



1  
N = 2,8 кВт  
n = 1420 об/мин

				НГ. 14. 18. 000. КЗ		
				Коробка швидкостей фрезерного верстата 6П80Г. Схема кінематична принципова		
		Підпис	Дата	Літ.	Маса	Масшт.
Розроб.				У	-	-
Перевір.				Аркуш	Аркуші 1	
				НАТІ гр. МН - 081		

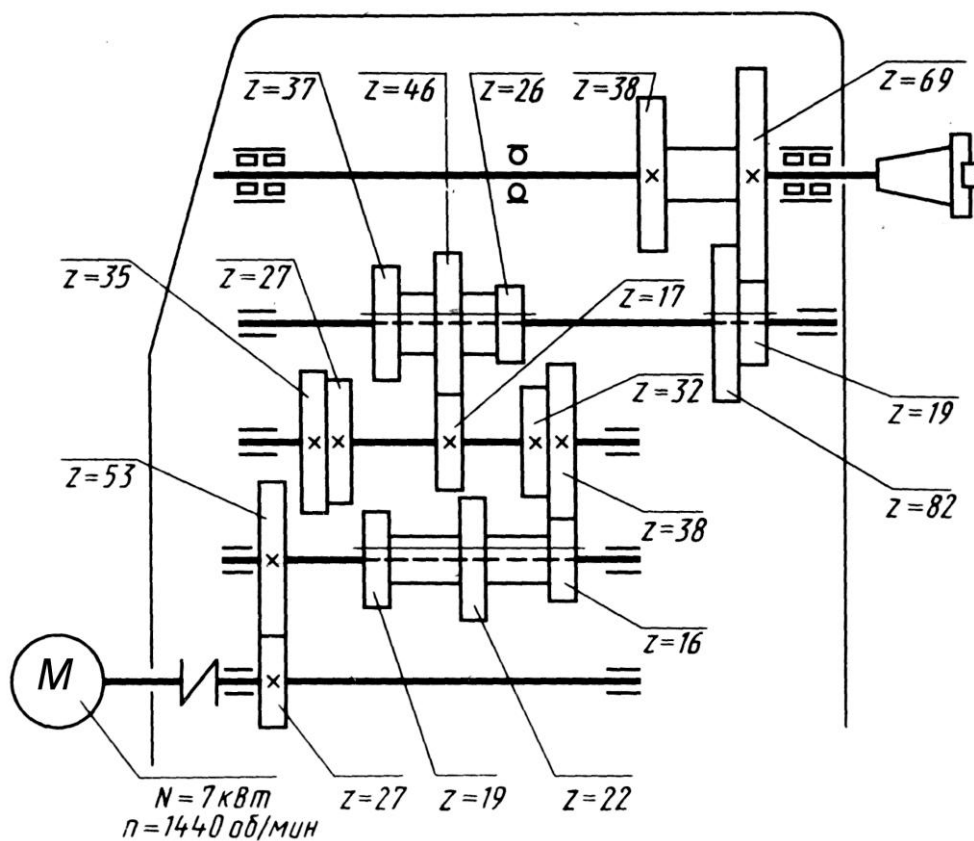
Рис. 2. Зразок виконання графічної роботи „Кінематична схема”





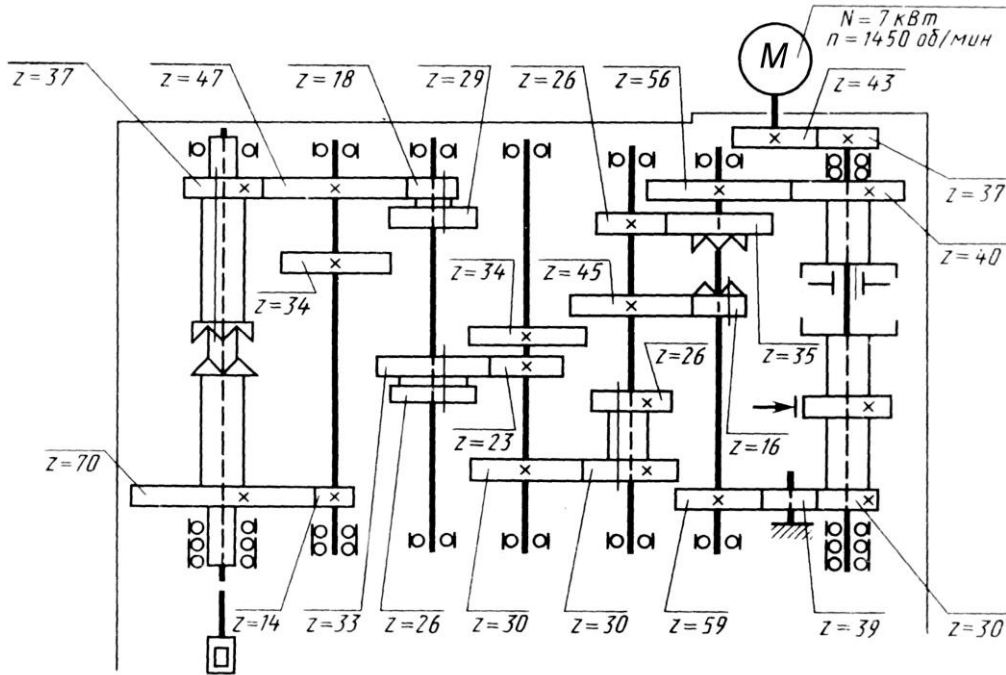
### 3.3 Завдання до графічної роботи „Кінематична схема”

#### Варіант 1



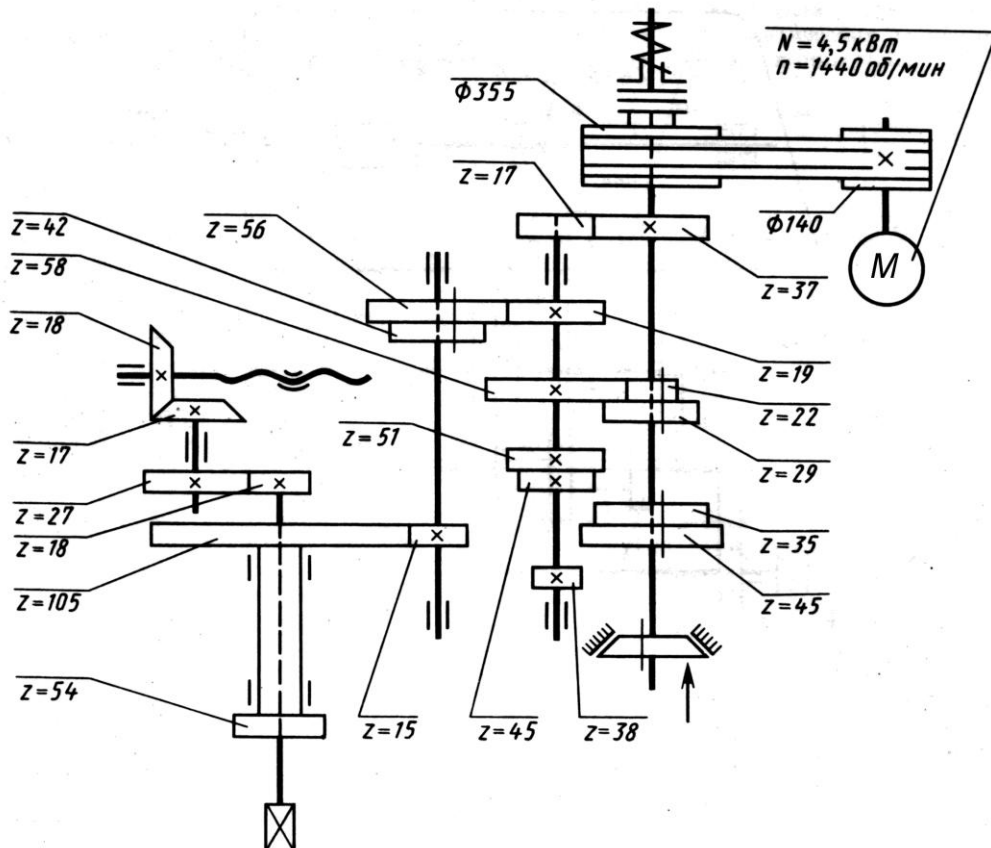
Кінематична схема коробки швидкостей універсально-фрезерного горизонтального верстата 6М82

## Варіант 2



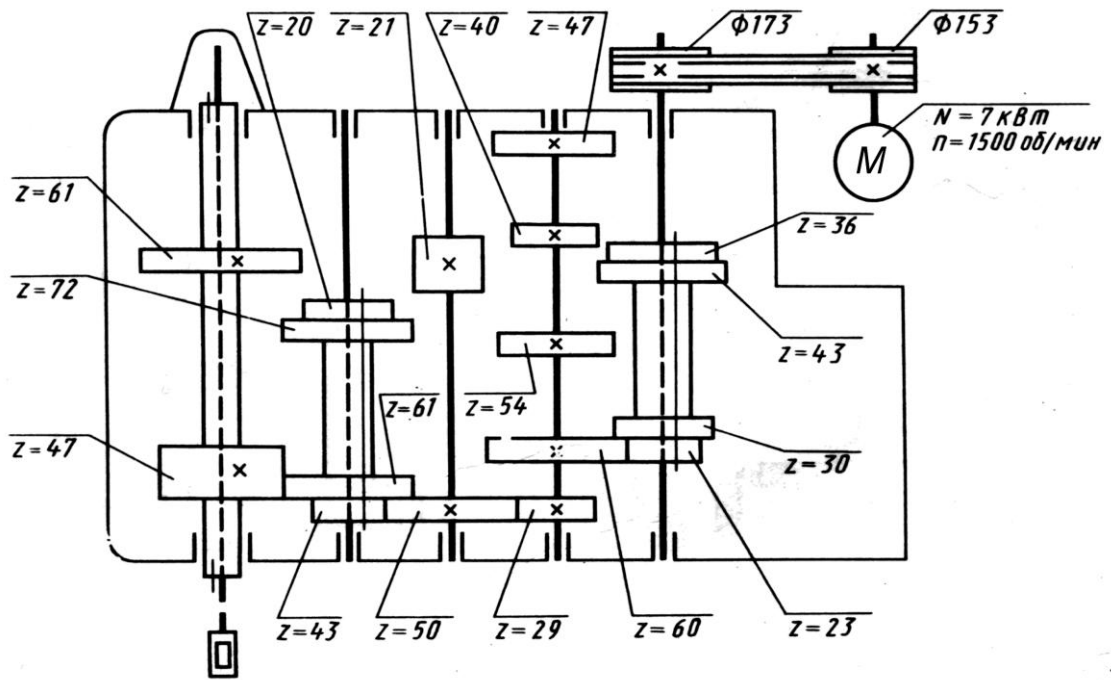
Кінематична схема коробки швидкостей радіально-свердильного верстата 257

## Варіант 3



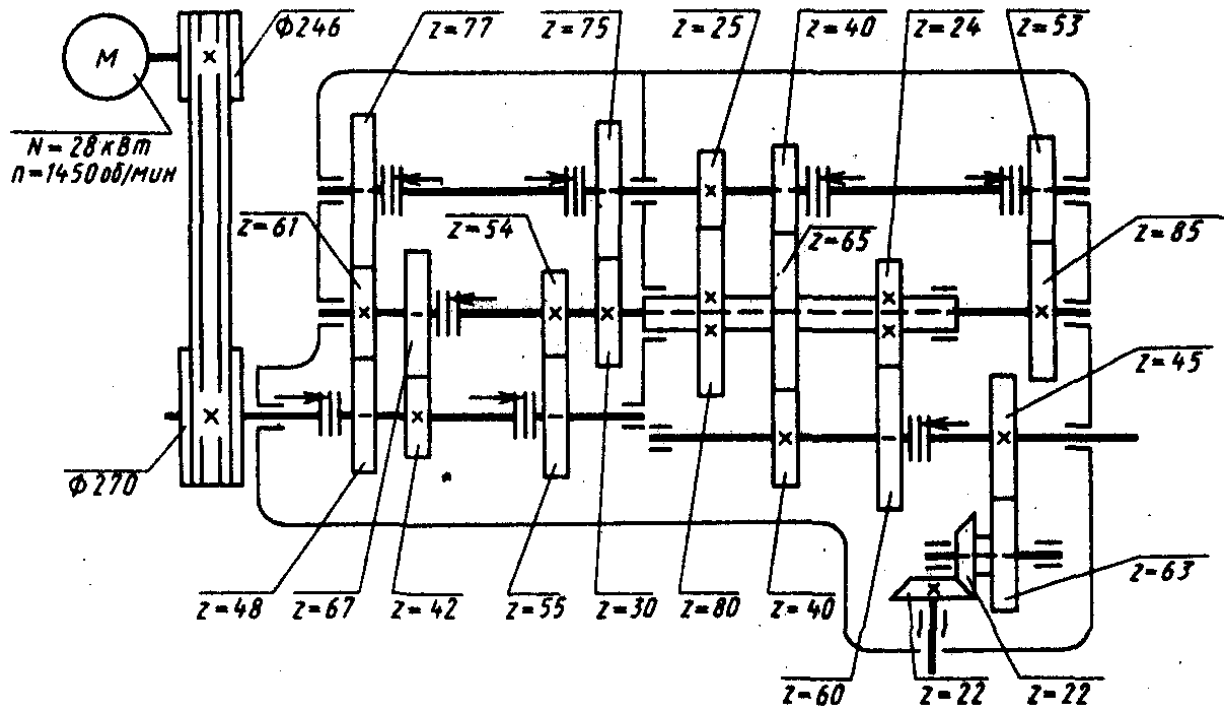
Кінематична схема коробки швидкостей поперечно-стругального верстата 7B36

### Вариант 4



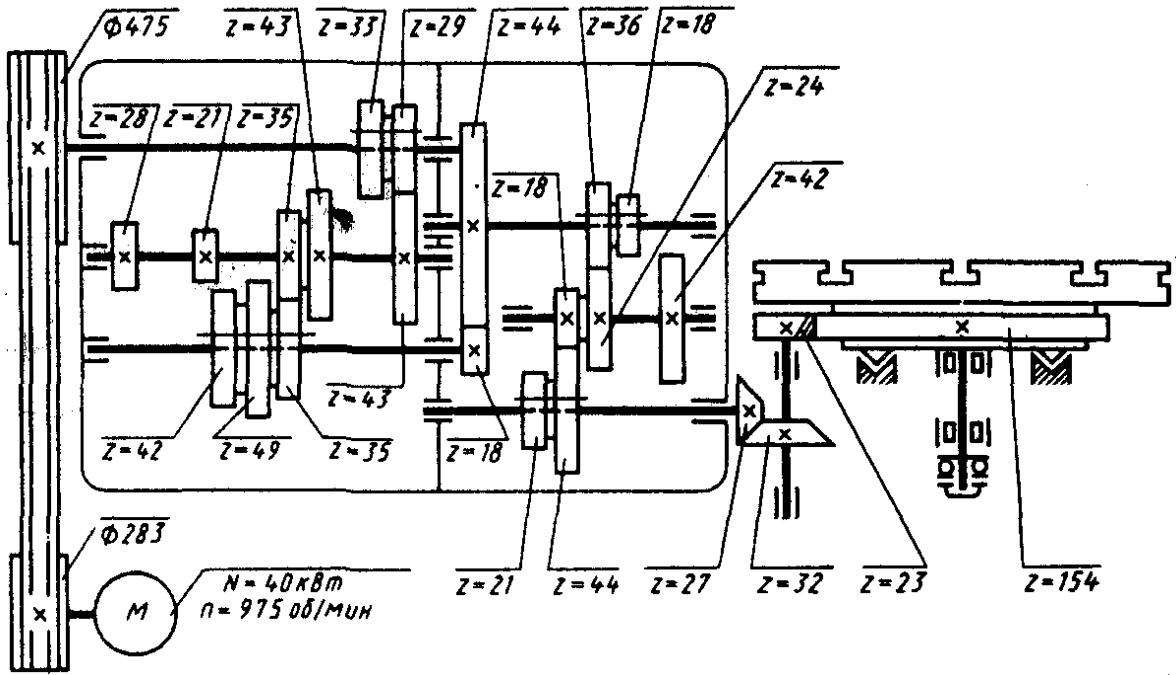
Кінематична схема коробки швидкостей вертикально-свердильного верстата 2A150

### Вариант 5



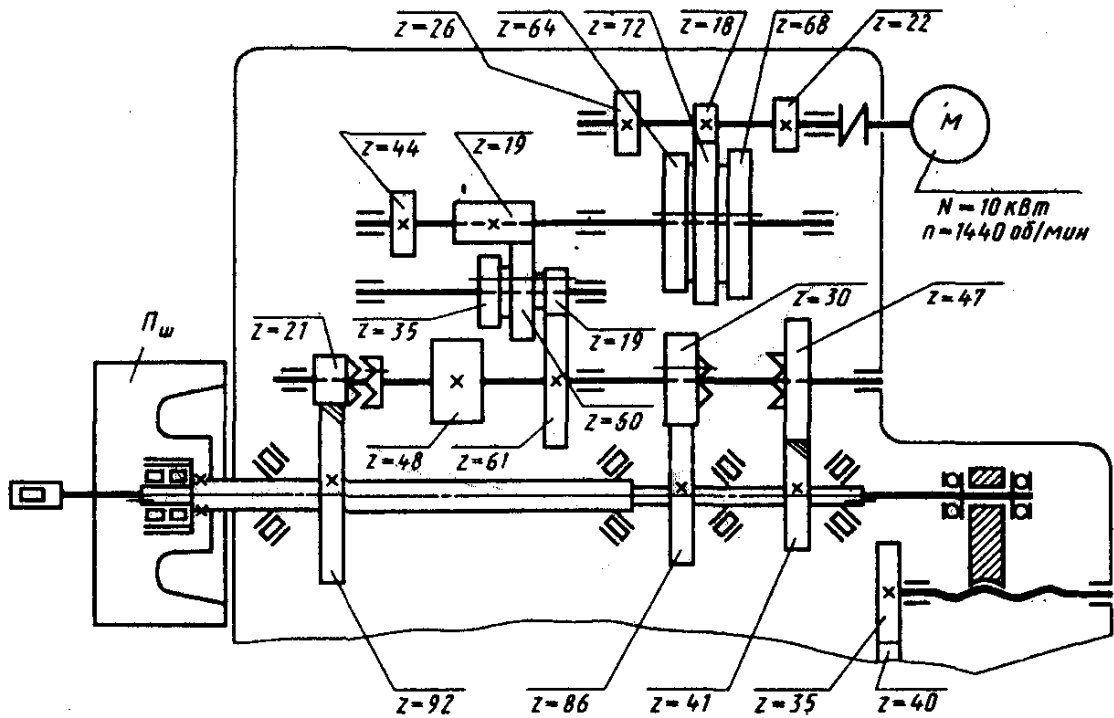
Кінематична схема коробки швидкостей карусельного верстата 1508

### Варіант 6



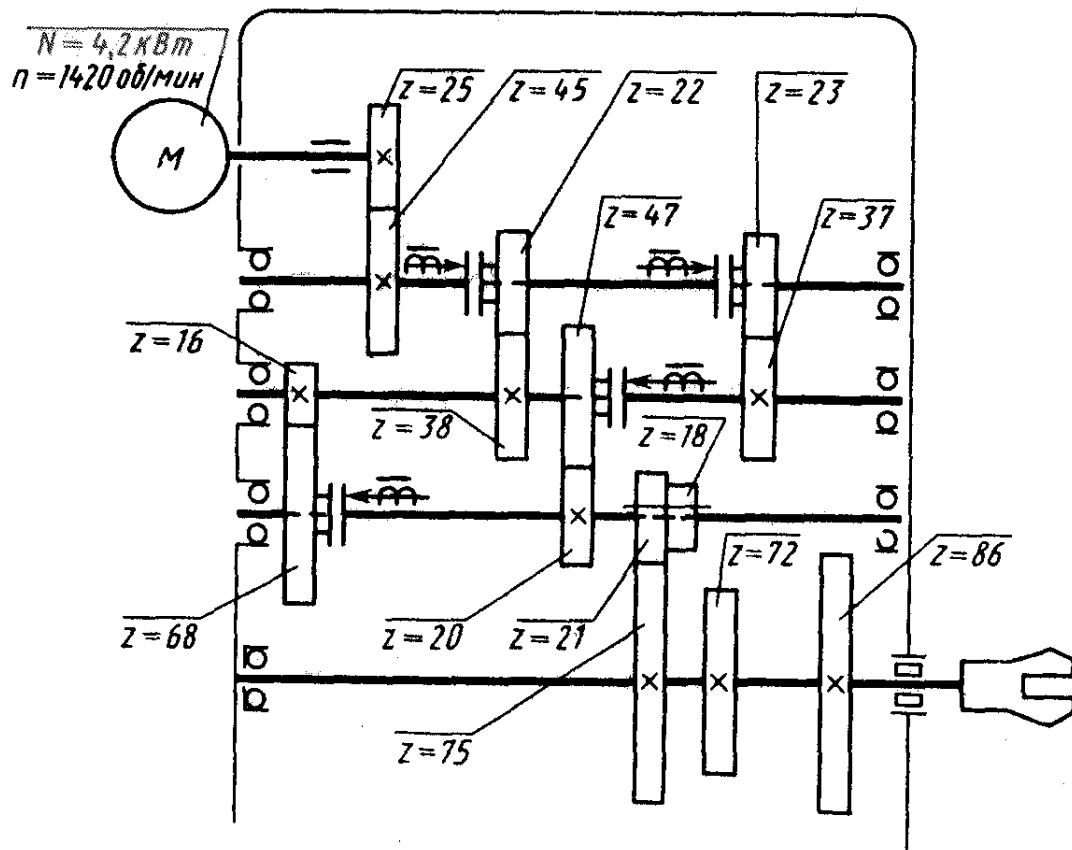
Кінематична схема коробки швидкостей карусельного верстата 1553

### Варіант 7

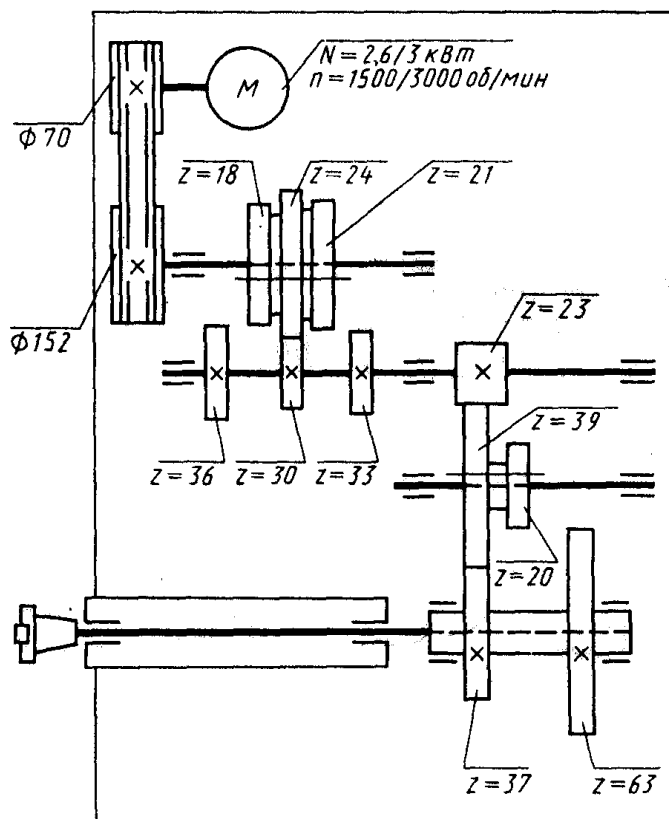


Кінематична схема коробки швидкостей горизонтально-розточного верстата 2620А

## Варіант 8

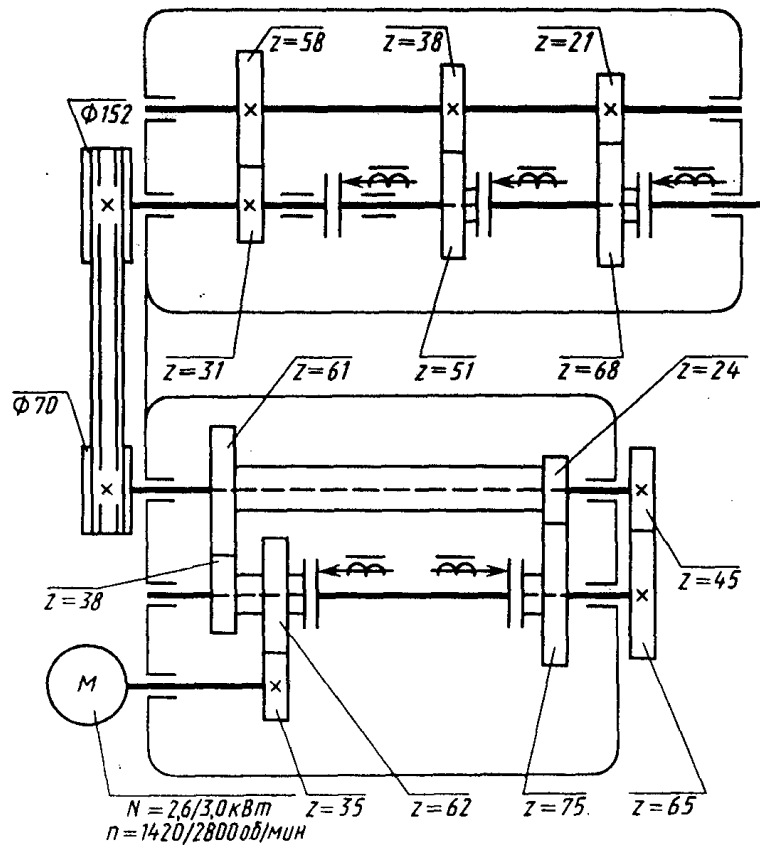


Кінематична схема коробки швидкостей автомата 1341П  
Варіант 9



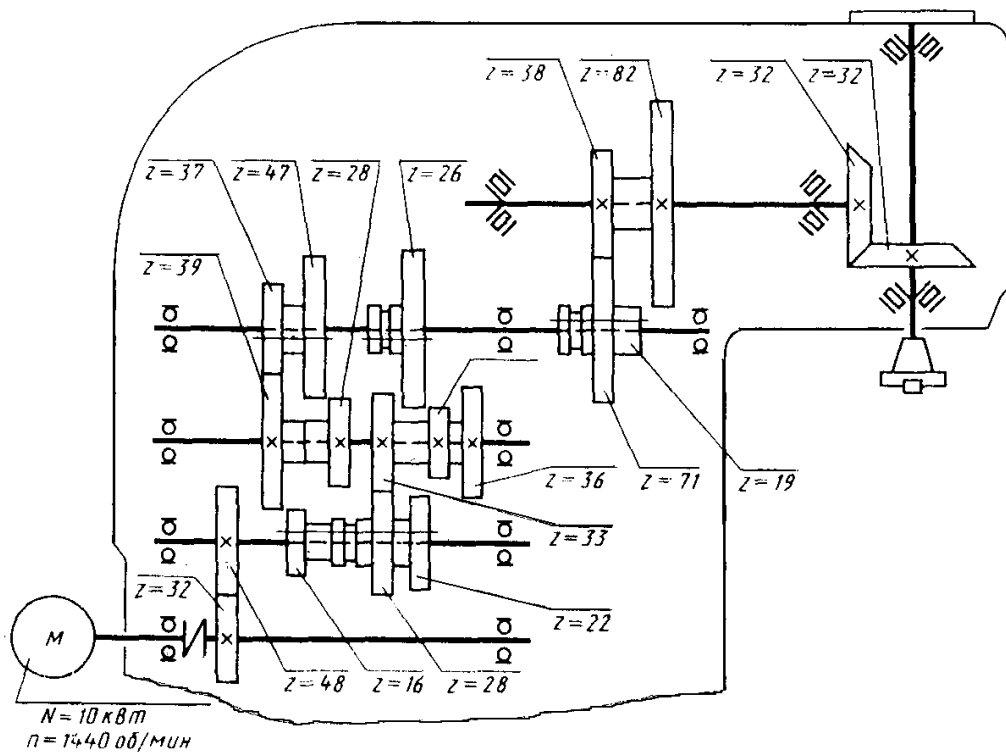
Кінематична схема коробки швидкостей фрезерного напівавтомата 6441Б

## Варіант 10



Кінематична схема коробки подач токарно-револьверного верстата 1П325

## Варіант 11

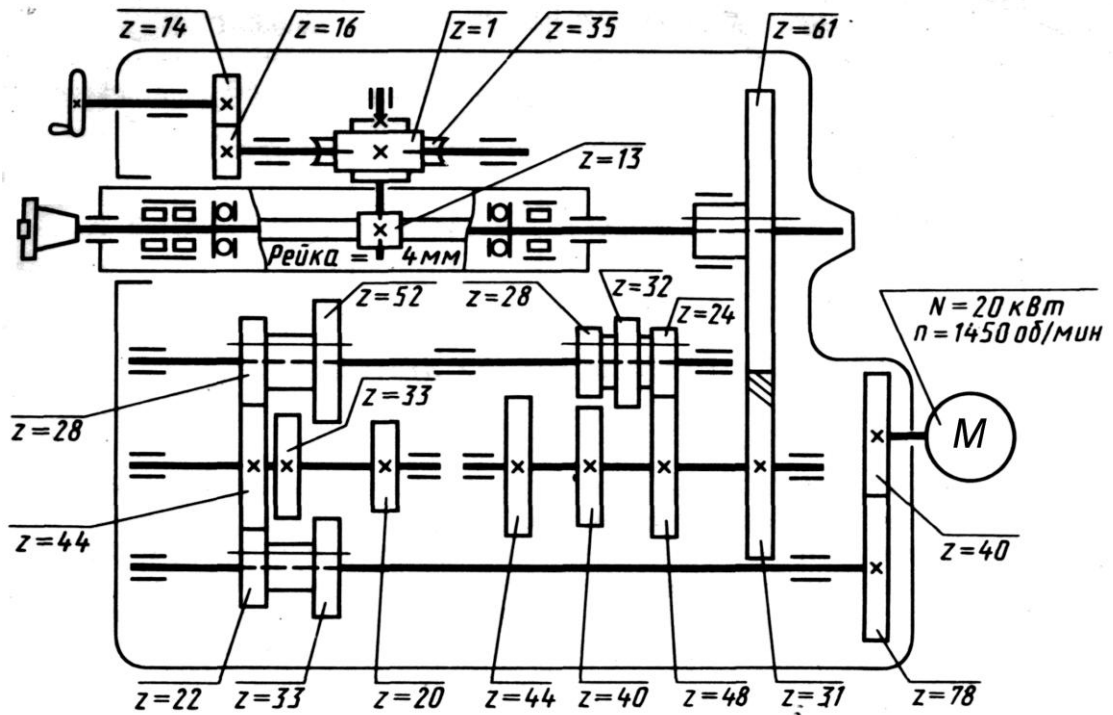


Кінематична схема коробки швидкостей вертикально-фрезерного верстата 6Н12



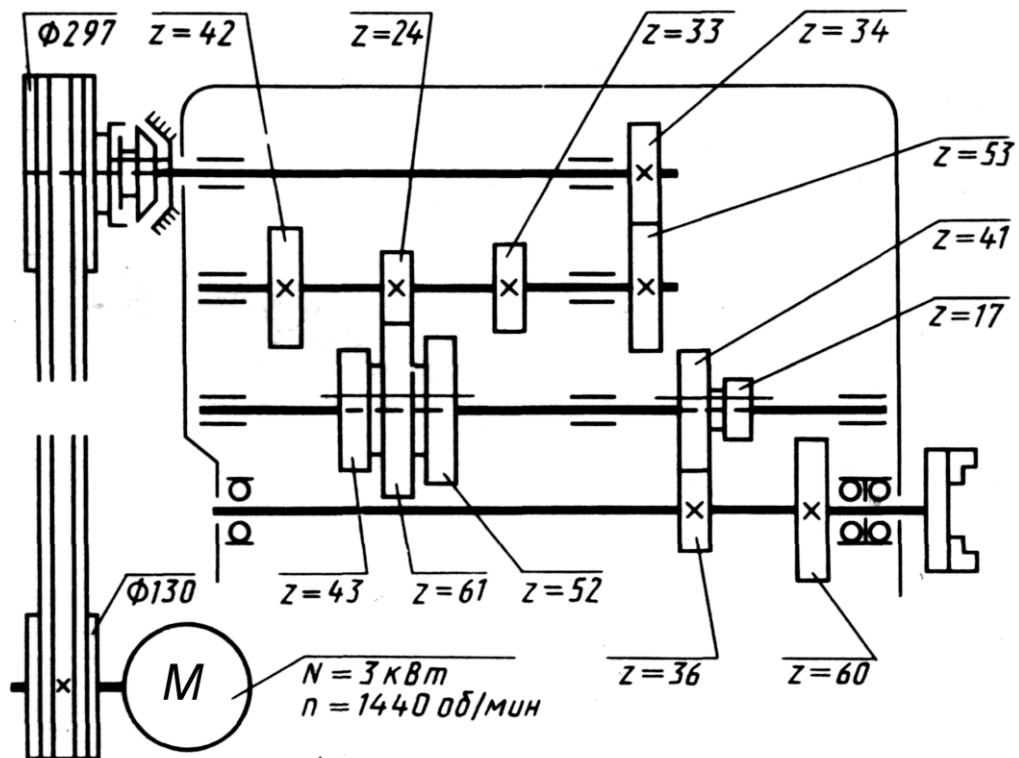


### Вариант 14



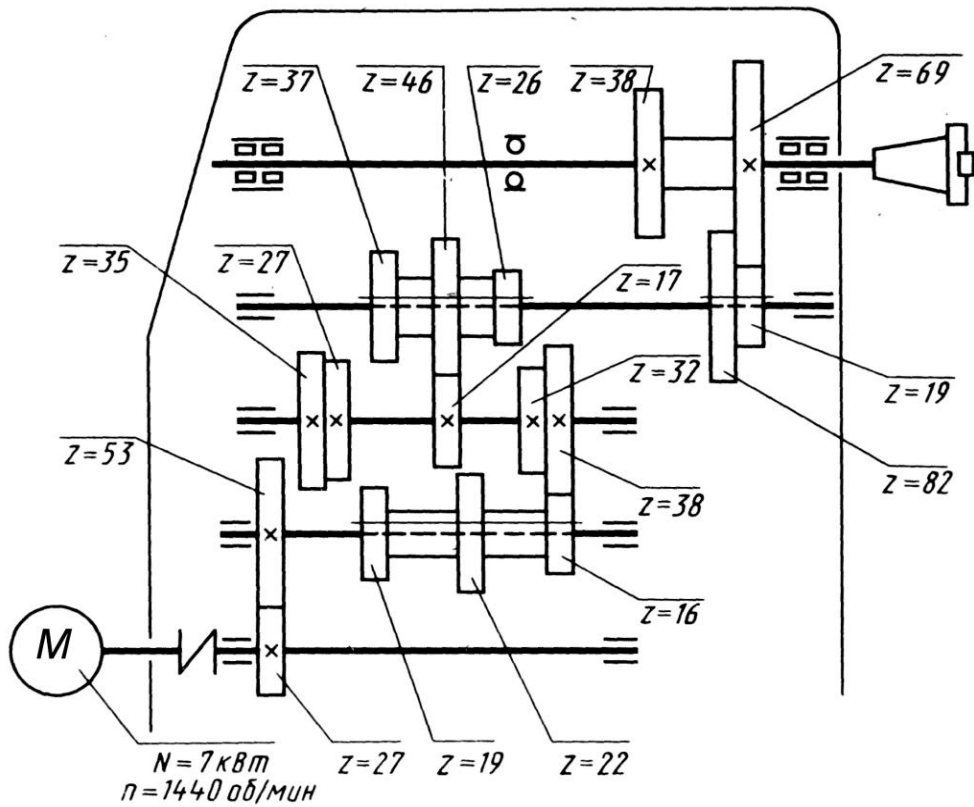
Кінематична схема коробки швидкостей продольно-фрезерного верстата 6652

### Вариант 15



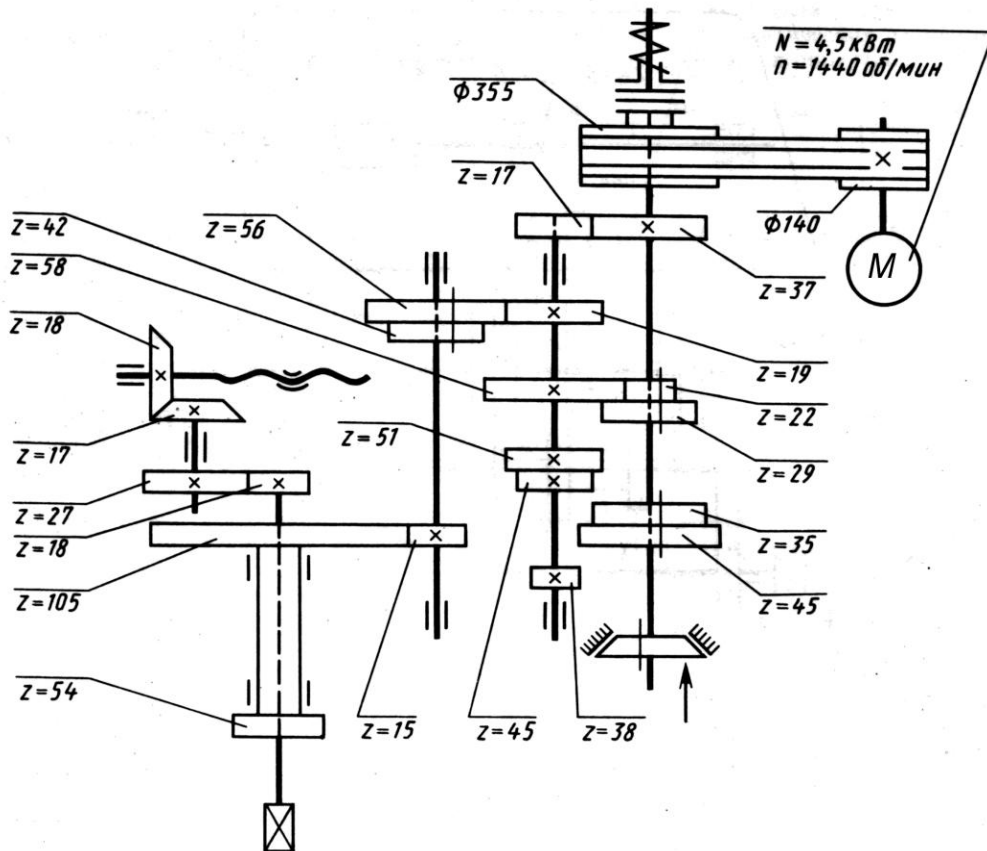
Кінематична схема коробки швидкостей токарно-револьверного верстата 1336М

### Варіант 16



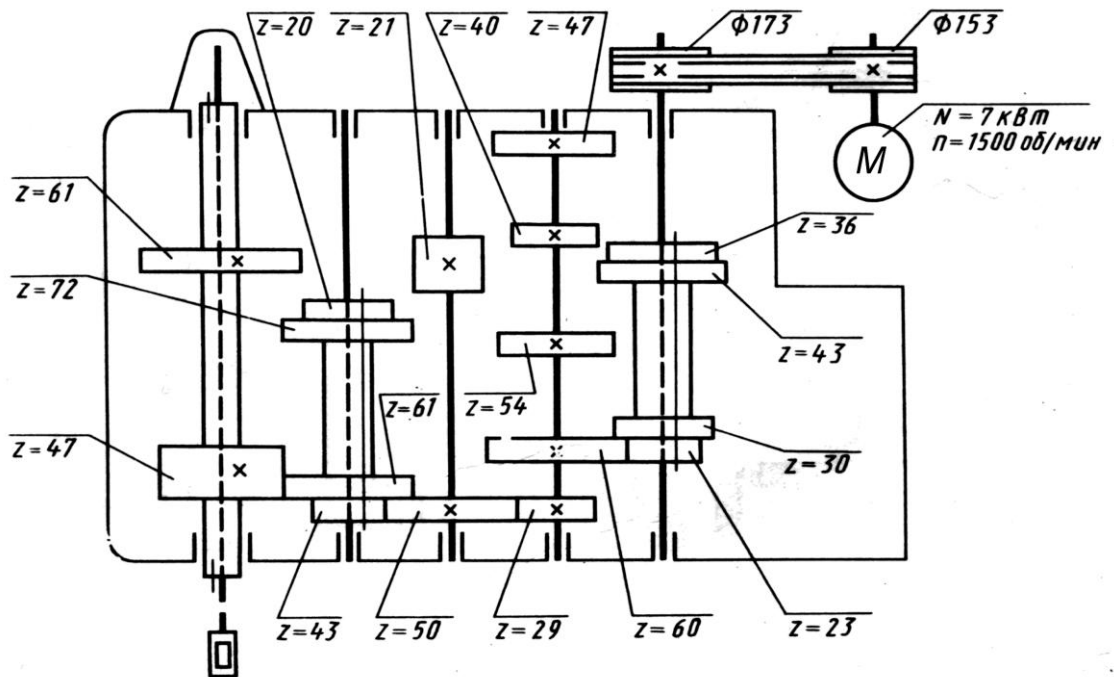
Кінематична схема коробки швидкостей універсально-фрезерного горизонтального верстата 6М82

### Варіант 17



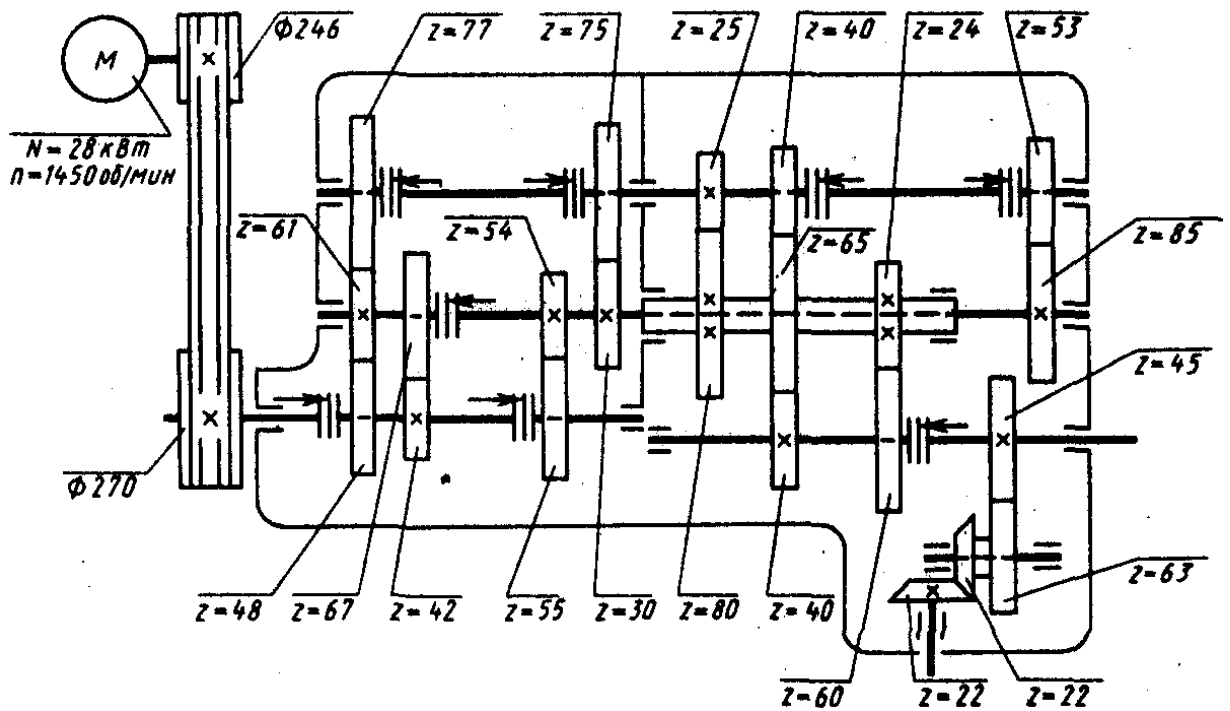
Кінематична схема коробки швидкостей поперечно-стругального верстата 7В36

### Варіант 18



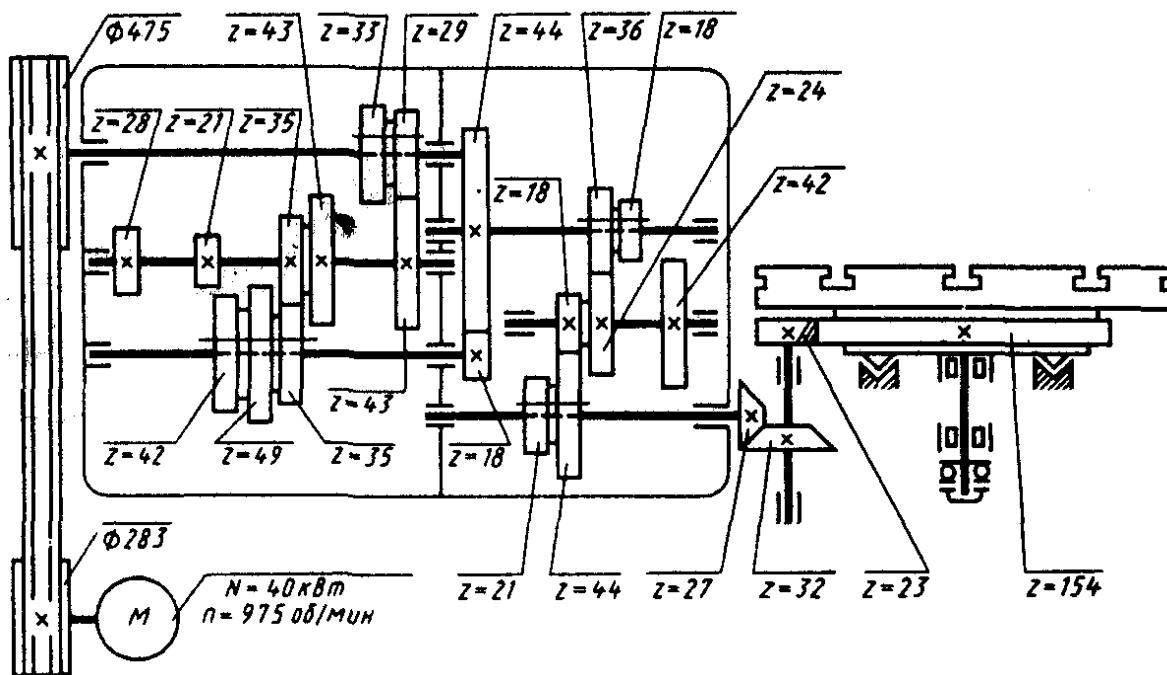
Кінематична схема коробки швидкостей вертикально-свердильного верстата 2A150

### Варіант 19



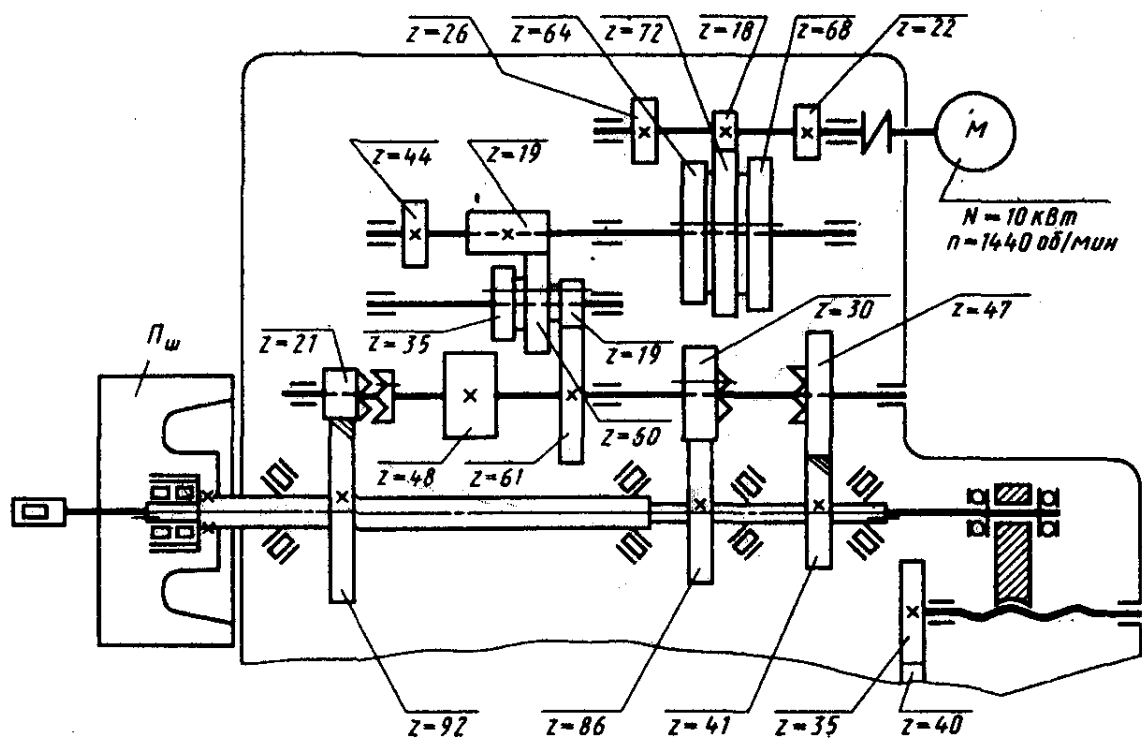
Кінематична схема коробки швидкостей карусельного верстата 1508

## Вариант 20



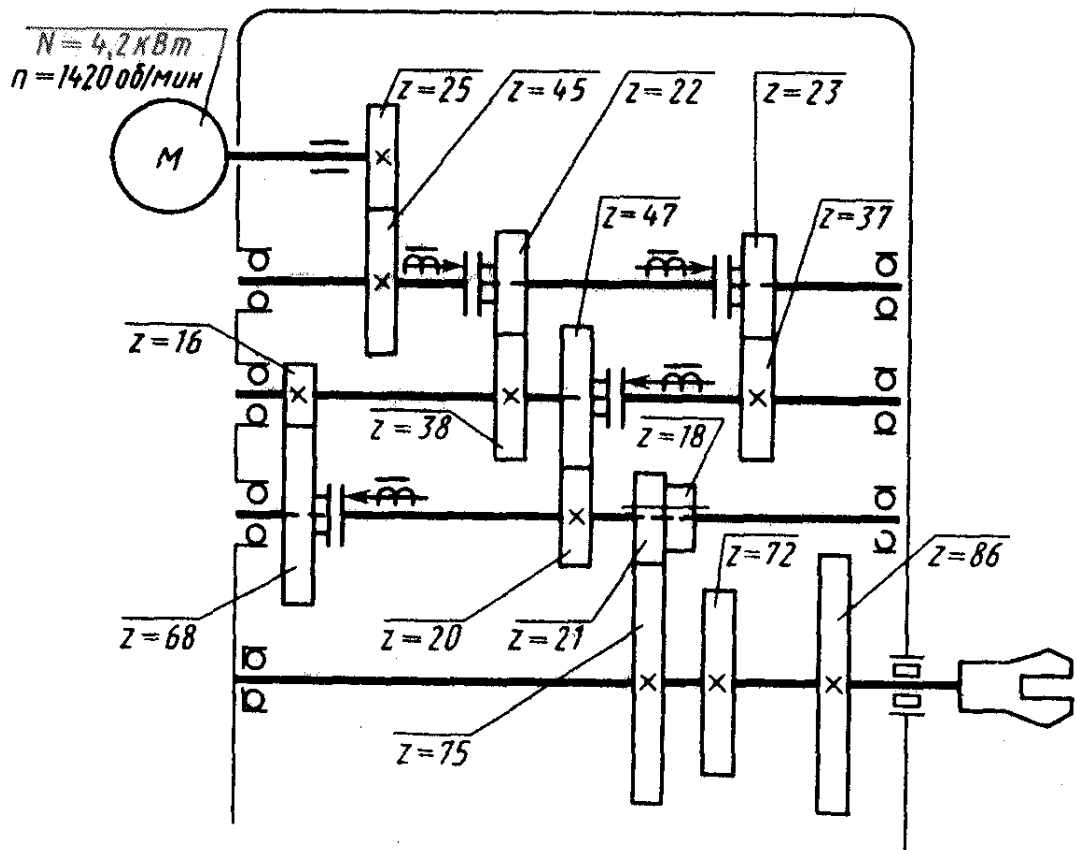
Кінематична схема коробки швидкостей карусельного верстата 1553

## Вариант 21



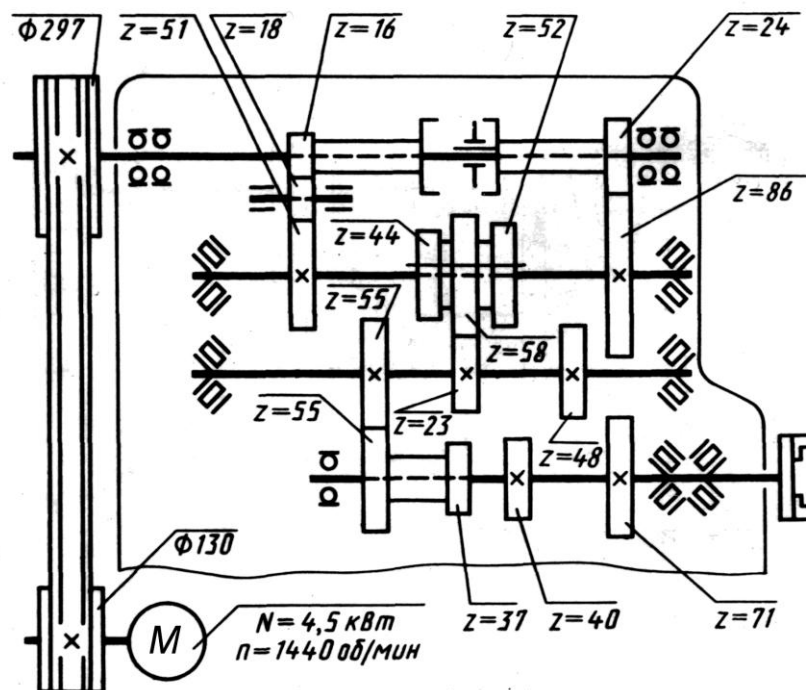
Кінематична схема коробки швидкостей горизонтально-розточного верстата 2620А

## Варіант 22



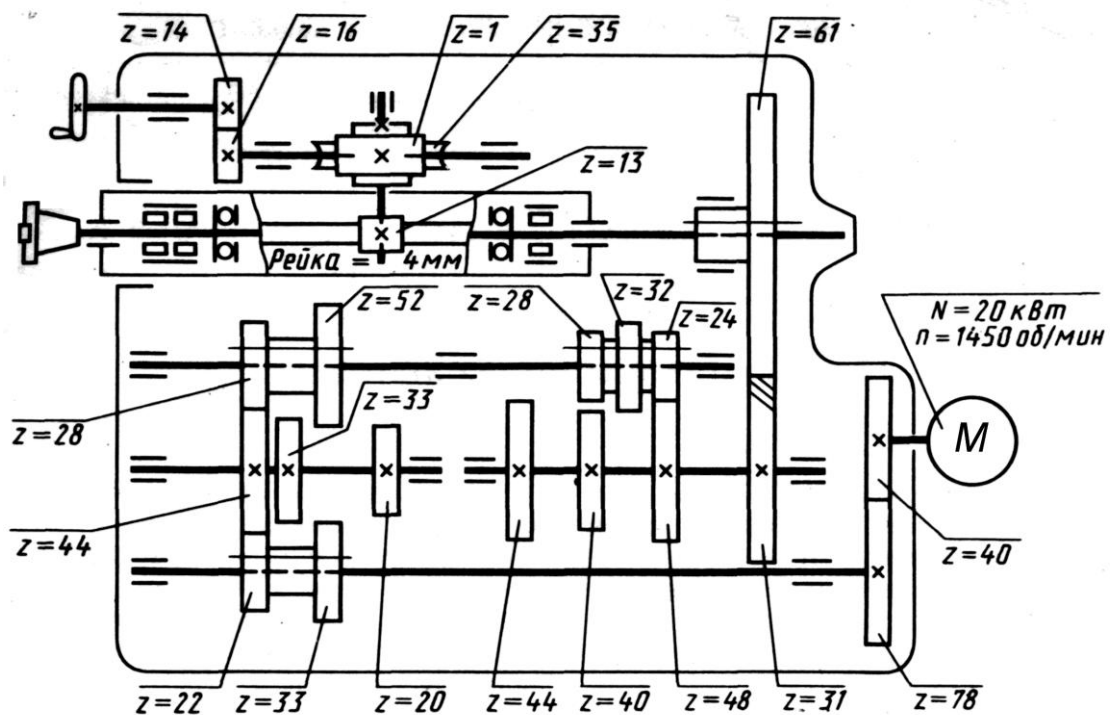
Кінематична схема коробки швидкостей автомата 1341П

## Варіант 23



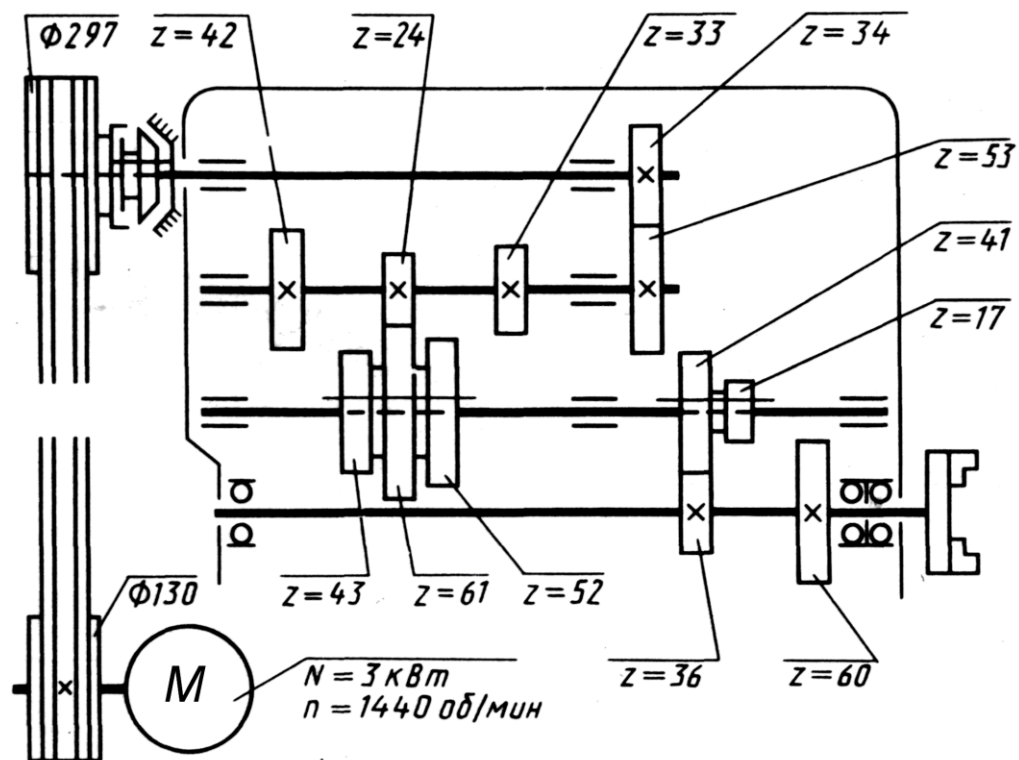
Кінематична схема коробки швидкостей токарно-револьверного верстата 1П326

## Вариант 24



Кінематична схема коробки швидкостей продольно-фрезерного верстата 6652

## Вариант 25



Кінематична схема коробки швидкостей токарно-револьверного верстата 1336М

## 4 ЕЛЕКТРИЧНІ СХЕМИ

*Схема електрична принципова* – це конструкторський документ, виконаний без збереження масштабу, на якому показані у вигляді умовних графічних позначень усі електричні елементи та пристрої виробу, а також електричні зв'язки між ними, причому дійсне просторове розташування складових частин виробу звичайно не враховується.

Принципові схеми використовують для вивчення принципу роботи виробів, а також при їх налагодженні, контролі і ремонті. Вони є основою для розробки інших конструкторських документів, наприклад схем з'єднань (монтажних) і креслень.

### 4.1 Елементи електричних схем

Елементами електричних схем можуть бути резистори, конденсатори, котушки індуктивності, трансформатори, напівпровідникові прилади (діоди, транзистори, тиристори, мікросхеми), лампи, а також елементи комутаційних і контактних з'єднань (вимикачі, контакти, реле і т.ін.).

*Резистор* – елемент схеми, що має активний електричний опір. Резистори характеризуються номінальною величиною опору в омах, кілоомах чи мегаомах (Ом, кОм, МОм), а також найбільшою потужністю у ватах (Вт). Резистори постійного опору (Табл.4.2, п.4) використовують з метою встановлення визначених напруг або струмів у вузлах схем. Резистори змінного опору (Табл.4.2, п.5) дають змогу змінювати електричні режими у процесі регулювання або експлуатації виробу.

*Конденсатор* – елемент схеми, що має реактивний (ємнісний) опір. Розрізняють конденсатори постійної (Табл.4.2, п.6) або змінної (Табл.4.2, п.8) ємності. Конденсатори характеризуються номінальним значенням ємності у пікофарадах, мікрофарадах (пФ, мкФ), а також найбільшою допустимою напругою у вольтах (В). Конденсатори великої ємності (оксидні) є полярними

(Табл.4.2, п.7), усі інші конденсатори – неполярні. Конденсатори використовують у схемах з метою поділу ланцюгів постійного і змінного струму, як складові частини фільтрів, резонансних контурів тощо.

*Котушка індуктивності, дросель* – елемент схеми, що має реактивний (індуктивний) опір. Котушка може мати осердя (Табл.4.2, п.1). Дросель характеризується величиною індуктивності, яка вимірюється у генрі, мілігенрі, мікрогенрі (Гн, мГн, мкГн). Крім індуктивного опору, дросель має ще й активний опір.

*Трансформатор* – електромагнітний пристрій, що використовується з метою перетворення значення змінної електричної напруги або струму. Конструктивно трансформатор – це дві або декілька котушок індуктивності, розміщених на спільному магнітопроводі (Табл.4.2, п.2).

*Діод* – напівпровідниковий прилад, який має односторонню провідність, зумовлену наявністю р-п переходу (Табл.4.2, п.9). Отже, діод має малий електричний опір, якщо до анода прикладено позитивний потенціал (пряма полярність), і має дуже великий електричний опір, якщо до анода прикладено негативний потенціал електричної напруги (зворотня полярність). Діоди характеризуються максимально допустимим значенням прямого струму, максимальною зворотною напругою, а також частотними властивостями. Їх використовують для випрямлення електричного струму змінної напруги, в модуляторах, змішувачах, детекторах.

*Стабілітрон* – спеціальний тип діода, який у робочому режимі здатний зберігати на своїх електродах практично сталі значення електричної напруги (Табл.4.2, п.11). Стабілітрони характеризуються номінальною напругою стабілізації, а також допустимим значенням струму. Їх використовують у схемах стабілізації напруги та струму.

*Тунельні діоди* – спеціальний тип діодів, що мають на вольт-амперній характеристиці ділянку з негативним електричним опором. Тунельні діоди використовують для підсилення та генерування електричних сигналів надвисоких частот, а також у перемикальних пристроях (Табл.4.2, п.10).



*Транзистори (біполярні)* – напівпровідникові прилади широкого вжитку. В будові транзистора є два р-п переходи, що ввімкнуті назустріч один одному. Залежно від напрямку переходів розрізняють транзистори типу р-п-р (Табл.4.2, п.12) або типу п-р-п (Табл.4.2, п.13). Крім того, транзистори поділяються за матеріалом, частотними властивостями і потужністю. Біполярні транзистори мають три електроди: базу, емітер і колектор, якими і підключаються до схеми. Транзистори використовують як активний елемент у схемах підсилення, генерування та керування, а також в імпульсних і логічних схемах.

*Транзистори (польові)* – напівпровідникові прилади, в основі яких є канал з електричною провідністю п – типу (Табл.4.2, п.15) або р – типу (Табл.4.2, п.14). Електричний опір каналу між витоком і стоком може регулюватися потенціалом затвора. Польові транзистори використовують з тією самою метою, що й біполярні, але вони вигідно відрізняються від останніх підвищеним вхідним опором.

#### **4.2 Умовні графічні позначення елементів на електричних схемах**

Елементи схем зображуються на схемах у вигляді умовних графічних позначень, встановлених відповідними стандартами (Табл.4.2). Дозволяється зображати ці позначення також оберненими на кут  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$ . Розміри позначень також задаються стандартами. Електричні з'єднання між елементами зображаються лініями електричного зв'язку, які складаються з горизонтального і вертикального відрізків і повинні мати найменшу кількість зломів і взаємних перетинів.

Приклад розташування умовних графічних позначень елементів на схемі подано на рис. 4.

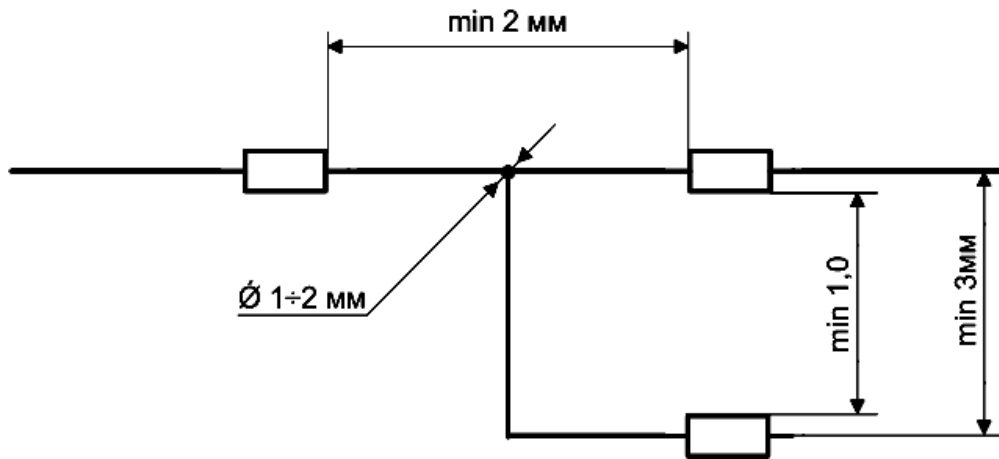


Рис. 4. Розташування графічних позначень на схемі

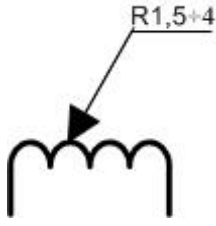

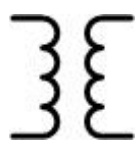
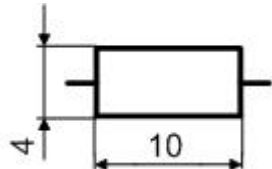
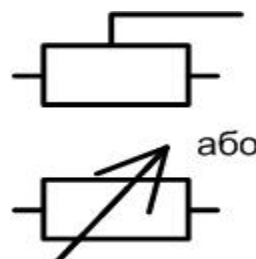
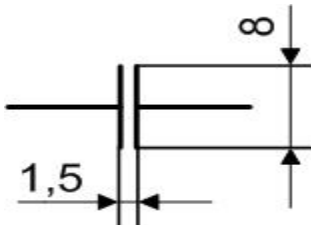
Умовні графічні позначення елементів і лінії електричного зв'язку виконуються на схемах однією й тією самою товщиною лінії (табл. 4.1).


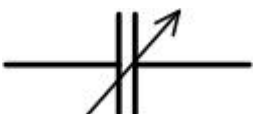
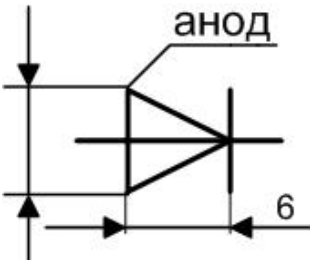
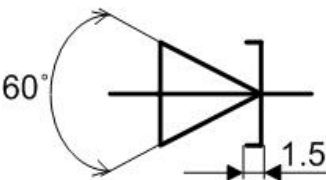

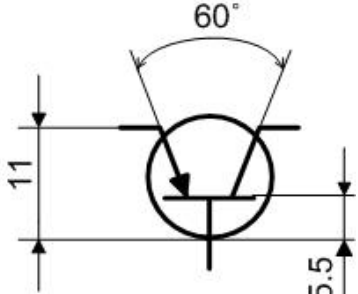
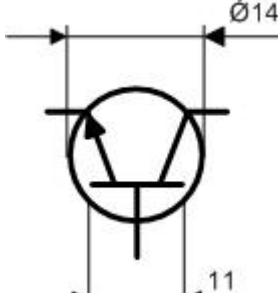
Таблиця 4.1

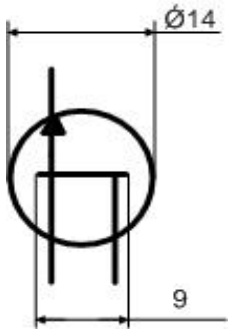
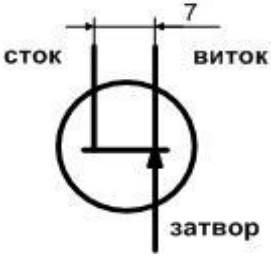
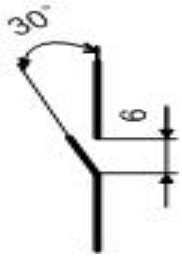
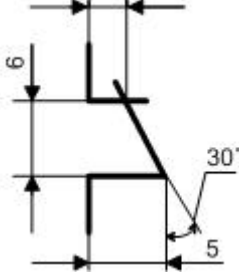
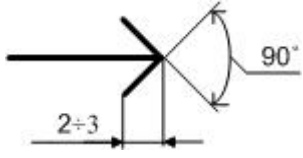
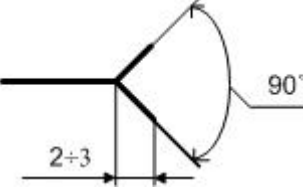
Лінія	Товщина, мм	Призначення лінії
Суцільна товста	$S=0,2...1,0$	Пристрої, що мають самостійну принципову схему, лінії електричного зв'язку, умовні графічні позначення, лінії рамки й основного напису
Суцільна тонка	$S/2-S/3$	Для підкреслювання написів
Штрихова	$S/2-S/3$	Лінії механічного зв'язку, умовне зображення послідовно з'єднаних однакових елементів
Штрихпунктирна	$S/2-S/3$	Позначення функціональних груп або пристроїв, що не мають самостійної принципової схеми

## Умовні позначення на електричних схемах

Таблиця 4.2

Найменування	Умовне графічне позначення	Позначення згідно з ГОСТ 2.710-81
1	2	3
<b>Котушки індуктивності, дроселі, трансформатори (ГОСТ 2.723-68)</b>		
1. Котушка індуктивності, дросель		<b>L</b>
2. Трансформатор напруги з магнітопроводом		<b>TV</b>
3. Трансформатор напруги без магнітопроводу		<b>TV</b>
<b>Резистори, конденсатори (ГОСТ 28884-90)</b>		
4. Резистори постійного опору		<b>R</b>
5. Резистори змінного опору		<b>R</b>
6. Конденсатори постійної ємності		<b>C</b>

7. Конденсатор оксидний (Електролітичний)		C
8. Конденсатор змінної ємності		C
<b>Прилади напівпровідникові (ГОСТ 28625-90)</b>		
9. Діод		VD
10. Тунельний діод		VD
11. Стабілітрон		VD
12. Транзистор (біполярний р-п-р типу)		VT
13. Транзистор (біполярний п-р-п типу)		VT

14. Транзистор (польовий з каналом р-типу)		VT
15. Транзистор (польовий з каналом п-типу)		VT
<b>Пристрої комутаційні і контактні з'єднання (ГОСТ 2.755-87)</b>		
16. Вимикач однополюсний з замикаючим контактом		SA
17. Вимикач однополюсний з розмикаючим контактом		SA
18. Контакт рознімного з'єднання (штир)		XP
19. Контакт рознімного з'єднання (гніздо)		XS

### 4.3 Літерно-цифрові позиційні позначення елементів

Кожний елемент, що входить у склад виробу, повинен мати літерно-цифрове позиційне позначення. Воно складається з двох частин, які записуються без розділових знаків і пропусків.

Перша частина – порядковий номер елемента (одна або кілька арабських цифр). Порядкові номери присвоюють елементам одного й того самого виду, яким привласнений однаковий літерний код, наприклад R1, R2, VT1, VT2. Порядковий номер привласнюється елементам, починаючи з одиниці, і далі згідно з послідовністю розташування елементів на схемі – зліва праворуч і зверху донизу (рис. 10).

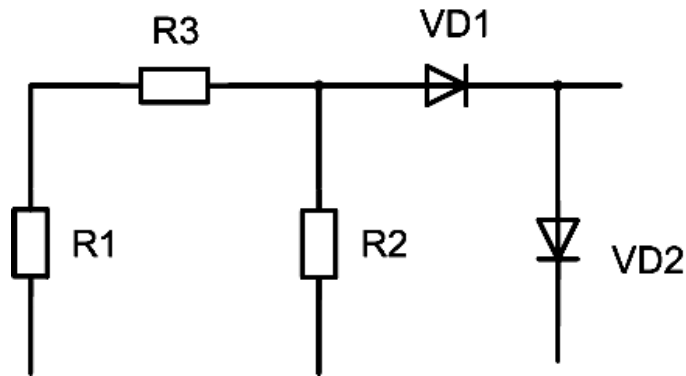


Рис. 5. Виконання літерно-цифрових позиційних позначень

Написи R1, VD1 та інші слід писати зверху або праворуч від умовних графічних позначень елементів. Для них застосовують креслярський шрифт одного й того самого розміру (див. рис.10).

### 4.4 Характеристики вхідних і вихідних ланцюгів

Замість умовних графічних позначень елементів зовнішньої комутації на схемі виконують таблицю вхідних і вихідних даних. Кожній такій таблиці привласнюють позиційне позначення елемента, замість якого вона введена. Це

позиційне позначення записується над таблицею і включається в перелік елементів, наприклад X1...X13 (див. рис. 9). Розміри таблиці, а також приклад її заповнення наведені на рис. 6.

У графу „Ланцюг” записують характеристики електричних ланцюгів виробу (частоту, напругу та ін.). Для написів використовують шрифт розміром 3,5 або 5. Саму таблицю орієнтують тільки горизонтально, можна її виконувати дзеркально повернутою (див. рис. 6).

Схема може містити одну, дві або більшу кількість таблиць вихідних даних.

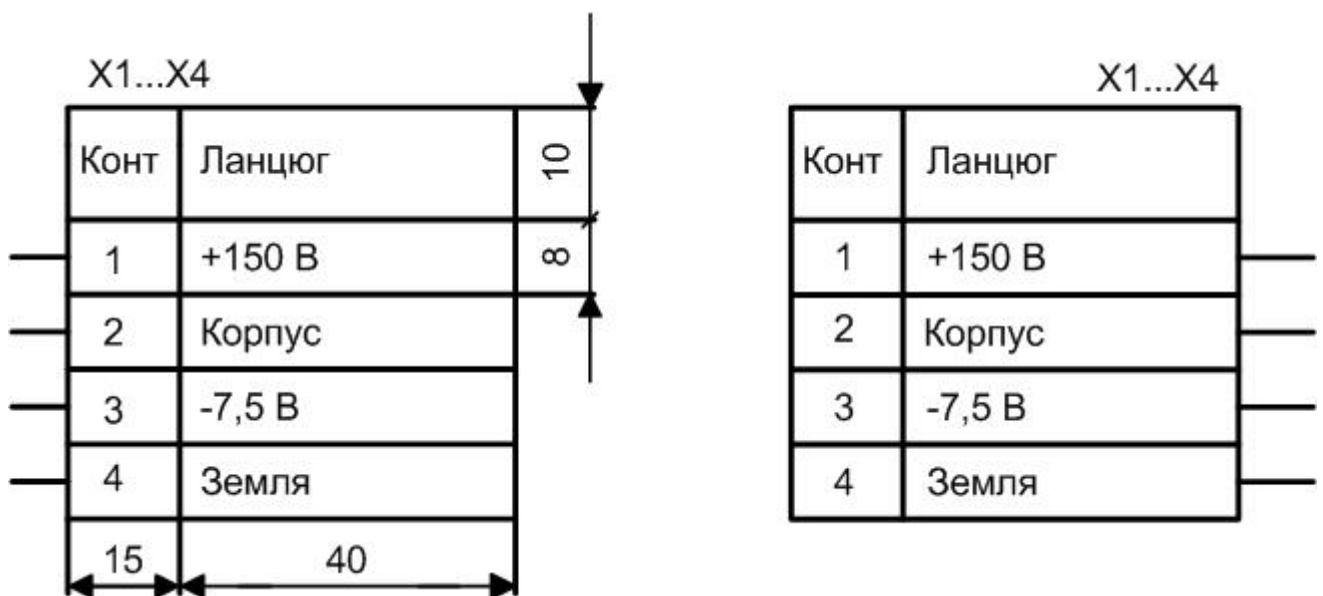


Рис. 6. Таблица вхідних і вихідних характеристик

#### 4.5 Умовності та спрощення на схемах

Розглянемо деякі умовності та спрощення, що допускаються під час виконання схем. Якщо у виробі є кілька однакових елементів (за найменуванням, типом і номіналом), з'єднаних паралельно, можна замість зображення всіх розгалужень зобразити тільки один елемент, вказавши кількість з допомогою позначення розгалуження (рис. 7).

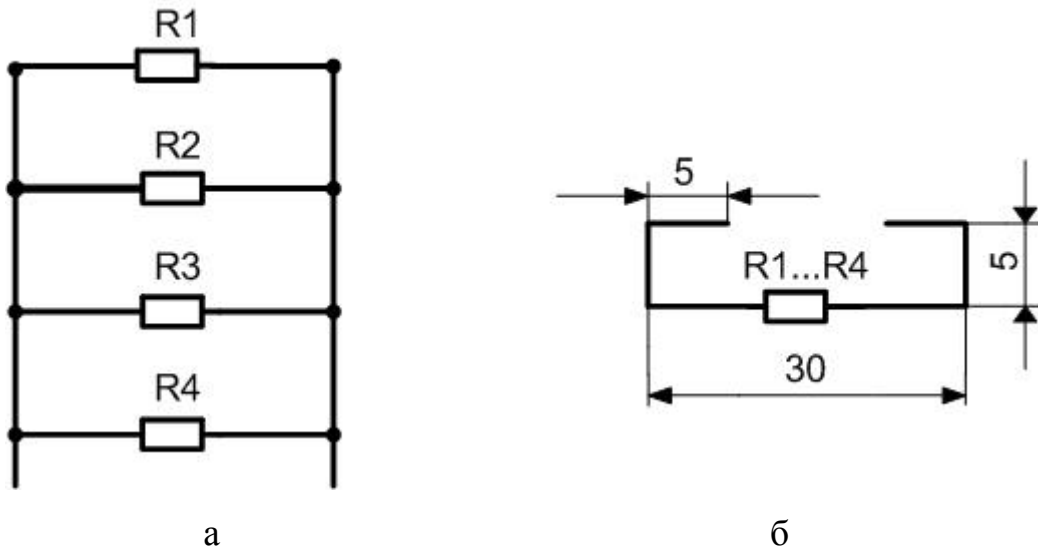


Рис. 7. Зображення кількох паралельно з'єднаних однакових елементів:

а) – дійсне; б) – умовне

У разі послідовного з'єднання однакових елементів можна зобразити перший і останній з них, показавши електричний зв'язок між ними штриховою лінією. Над штриховою лінією вказують кількість однакових елементів (рис. 8).

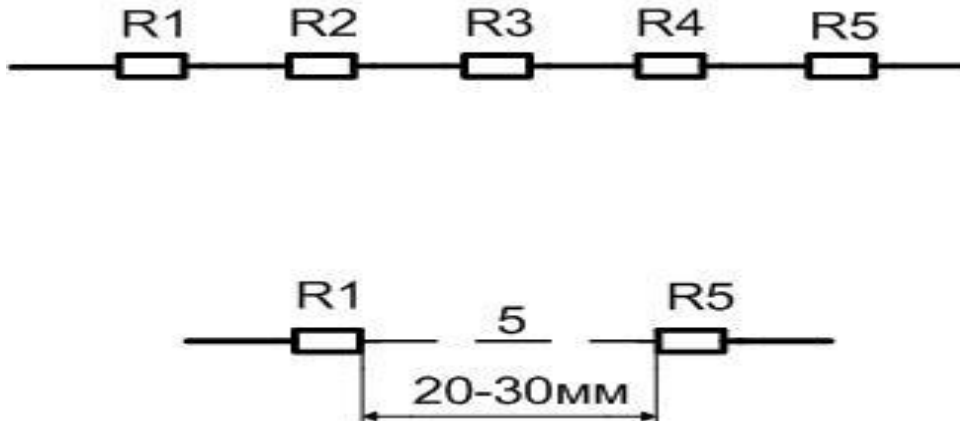


Рис. 8. Зображення кількох однакових елементів, що з'єднані послідовно:

а) – дійсне; б) – умовне



## 4.6 Зміст графічної роботи та послідовність її виконання

Мета графічної роботи „Схема електрична принципова” – ознайомити студентів з основними графічними й позиційними позначеннями елементів схеми, навчити правилам оформлення схеми електричної принципової і переліку елементів до схеми. Як варіант завдання студент отримує схему радіоелектронного модуля, елементи якого заковані у вигляді числових позначень (рис. 9).

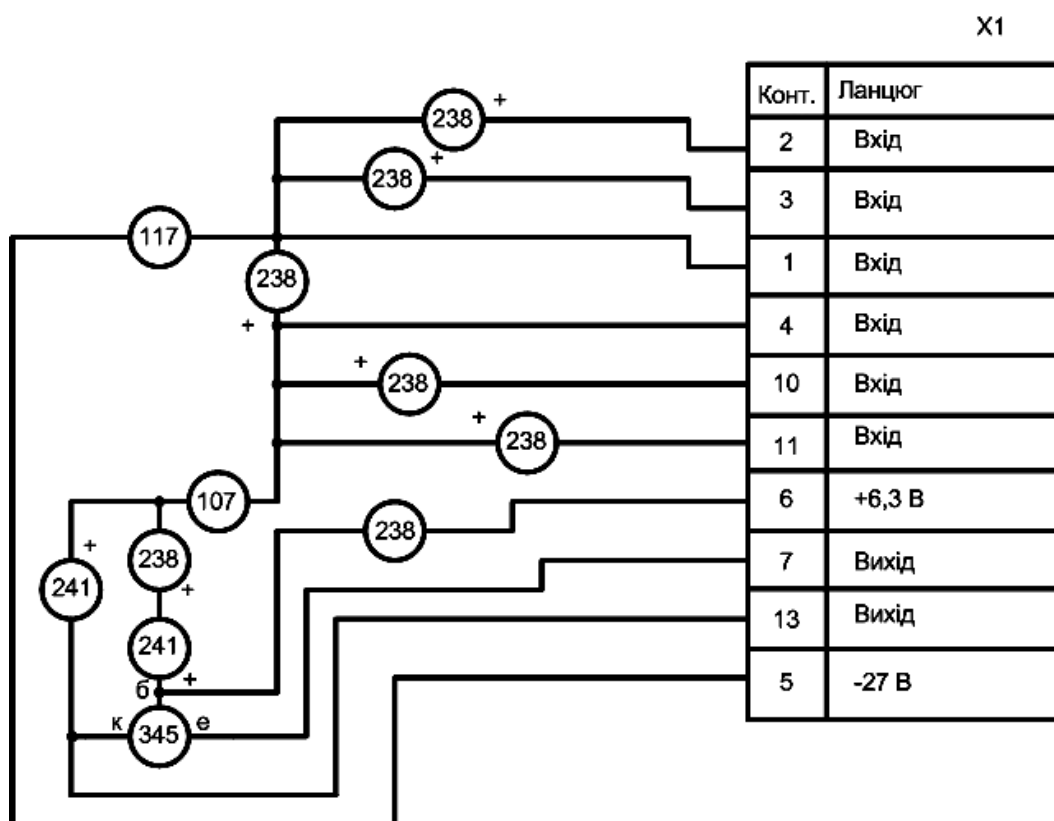


Рис. 9. Схема радіоелектронного модуля

### Студент повинен:

- виконати електричну принципову схему згідно з варіантом і записати на схемі літерно-числові позиційні позначення усіх її елементів; (див.рис.10)
- скласти перелік елементів схеми; (див рис.11)
- оформити креслення згідно з ЄСКД, тобто виконати рамку, заповнити основний напис і т.п.

Робота виконується олівцем на аркушах формату А4 або А3.

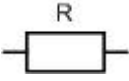

Щоб виконати схему, слід спочатку розкодувати числові позначення всіх її елементів і замінити їх умовними графічними позначеннями.

Код числового позначення складається з трьох цифр: перша – номер групи елементів, дві останні – номер саме елемента з цієї групи.

Наприклад  розкодується так (дивитись додаток А) :

„1” – резистор (сталого опору);

„08” – резистор МЛТ-0.5-1.3 кОм ± 5% ГОСТ 7113-77.

Маємо умовне позначення резистора  , яке зображуємо замість коду  . Подальшу інформацію використаємо для переліку елементів.


Код  розкодується так (Дод.А):

„2” – діоди;

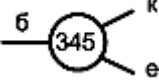
„38” – Д9Б – Д9Ж ГОСТ 14322-66.

Маємо умовне позначення діода



яке зображуємо замість коду  (знаком „+” позначений анод діода, на схемі його повторювати не треба).

При заповненні таблиці переліку елементів треба записати тільки одне з позначень діода, тобто Д9Б, Д9В, Д9Г, Д9Д, Д9Е або Д9Ж.

Код  розкодується так (Дод.А):

„3” – транзистори ;

„45” – П416А, П416 ШТЗ.365.001ТУ (тип р-n-p).

Маємо умовне позначення транзистора типа р-n-p.



Позначки „Б”, „Е”, „К” означають відповідно „база”, „емітер”, „колектор”. Ці позначки на схемах відтворювати не треба.

При заповненні таблиці переліку елементів слід записати тільки одну марку транзистора, тобто або П416, або П416А.

Після розкодування всіх елементів слід викреслити схему начорно, видаляючи з неї зайві злами ліній електричного зв’язку та спрощуючи зображення послідовного або паралельного з’єднання однотипних елементів. Далі слід нанести умовні літерно-цифрові позиційні позначення всіх елементів, включаючи в таблицю вхідних і вихідних характеристик.

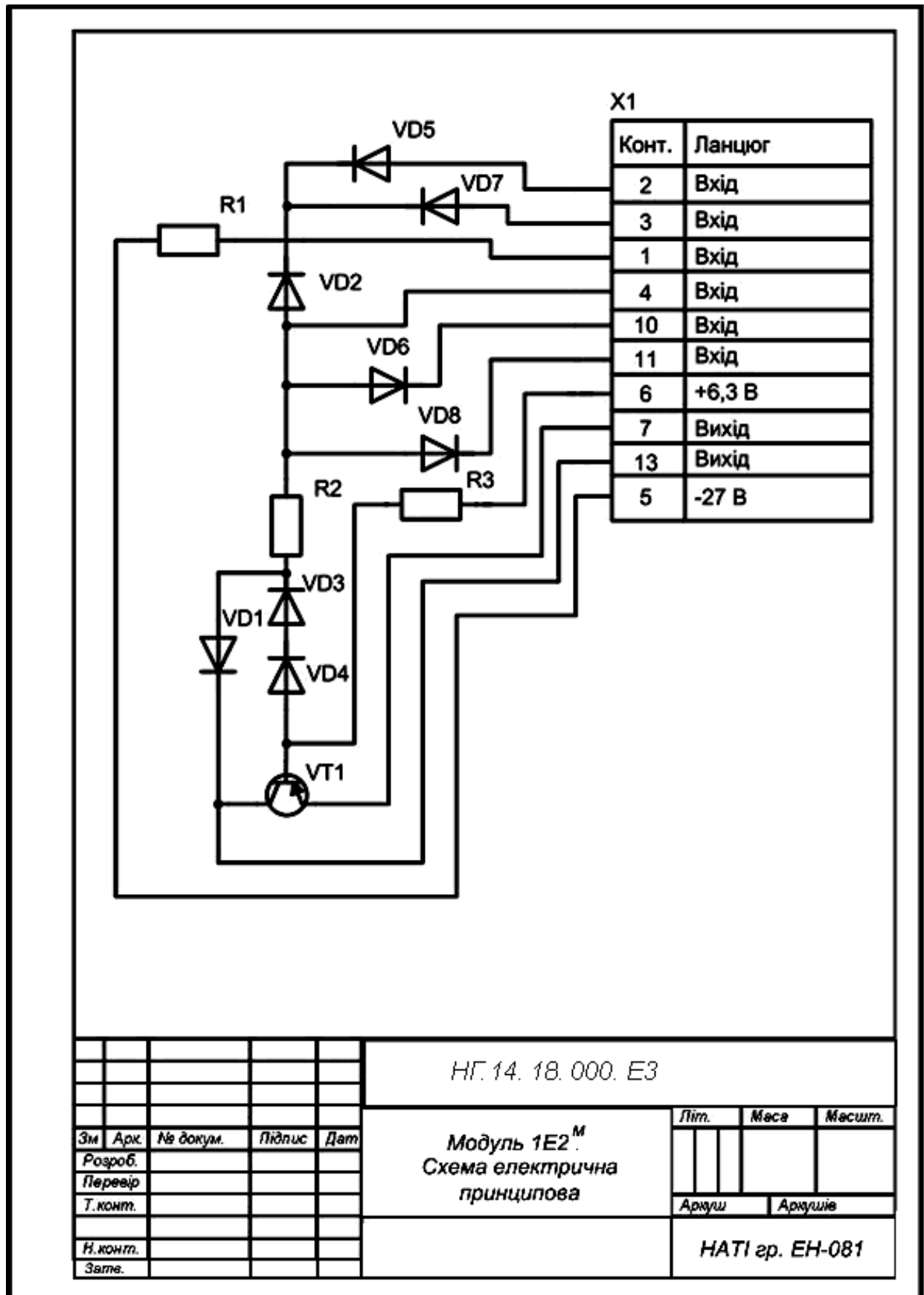


Рис. 10. Зразок виконання графічної роботи „Електрична принципова схема”



Кількість рядків таблиці переліку елементів визначається кількістю елементів схеми, враховуючи інтервали між групами елементів і можливі заголовки груп (див. рис. 11). Спочатку у графі „Поз. позначення” записують в алфавітному порядку позиційні позначення усіх елементів. Якщо є кілька однотипних елементів однакового номіналу, їх записують в один рядок, наприклад, „R3...R5” або „VD1, VD2”, вказуючи їх загальну кількість у графі „Кільк.”. Між групами однотипних елементів слід залишити хоча б один вільний рядок, а також передбачити вільні рядки для запису заголовків груп.

Далі у графі „Найменування” записують назву кожного елемента (в однині), його тип, номінал і номер стандарту або ТУ, тобто ту інформацію, яка була вибрана з додатку А у результаті розшифрування. Якщо використовують заголовки груп, то назва елементів у заголовку записується у множині; ті дані, що внесені у заголовок, вже не слід повторювати у рядках (див. рис. 11).

Останнім заповнюють графу „Кільк.” і, у разі потреби, - „Примітка”.

Роботу починають оформляти з компоновки аркуша з метою найбільш раціонального й рівномірного використання поля креслення, виконують графічну й текстову частину у тонких лініях.

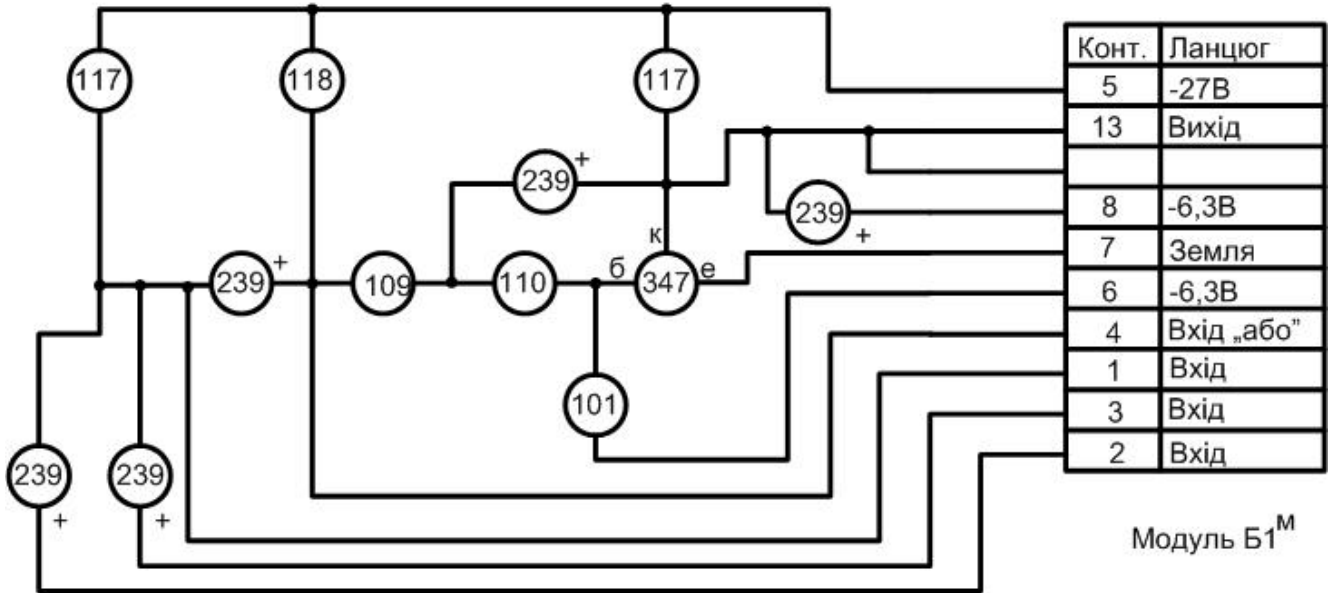
Після перевірки графічної роботи викладачем, слід виправити помилки і навести усі лінії і написи. У правому нижньому куті аркуша розміщують і заповнюють основний напис (форма 1, 185x55 мм). Якщо перелік елементів виконують на окремих аркушах формату А4, то на першому аркуші розміщують основний напис за формою 2 (185x40 мм), а на другому і решті аркушів – за формою 2а (185x15 мм) згідно з ГОСТ 2.104-68.

Остаточно оформлена робота здається викладачеві. Роботу приймають з одночасним контролем знань. Перелік контрольних запитань з теоретичного матеріалу наведено далі.

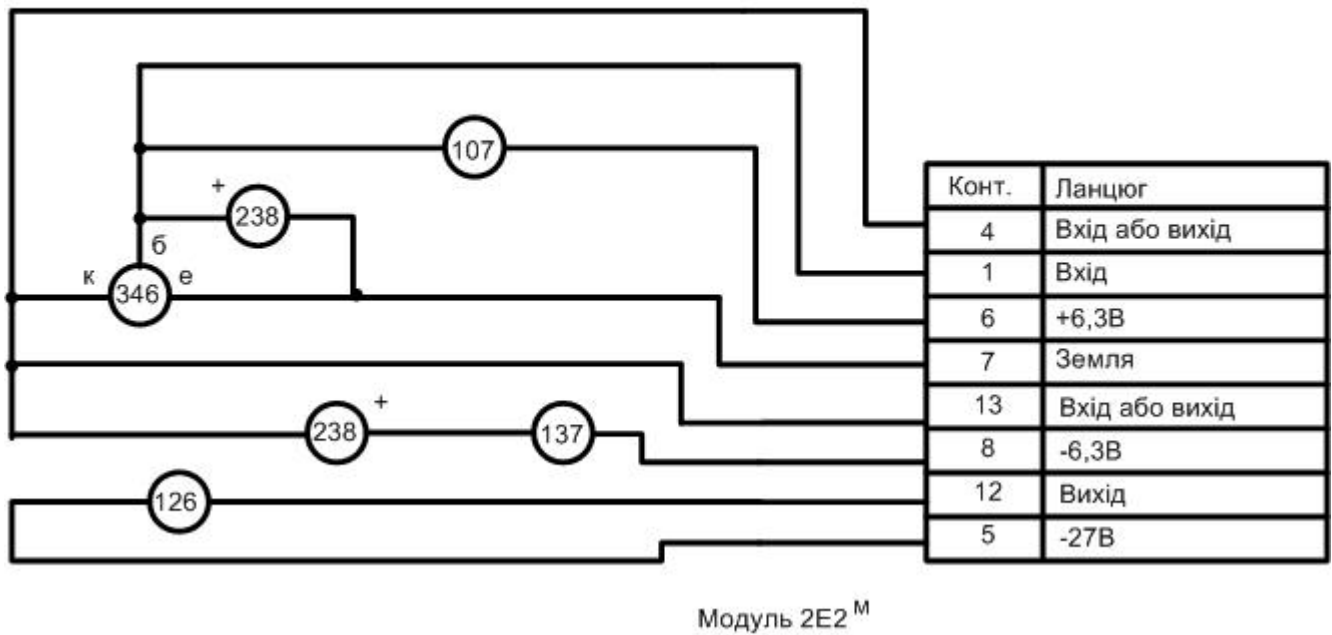
Графічну роботу оцінює викладач, враховуючи якість її виконання, а також засвоєння теоретичних положень на основі наведених контрольних запитань.

## 4.7 Завдання до графічної роботи „Електричні схеми”

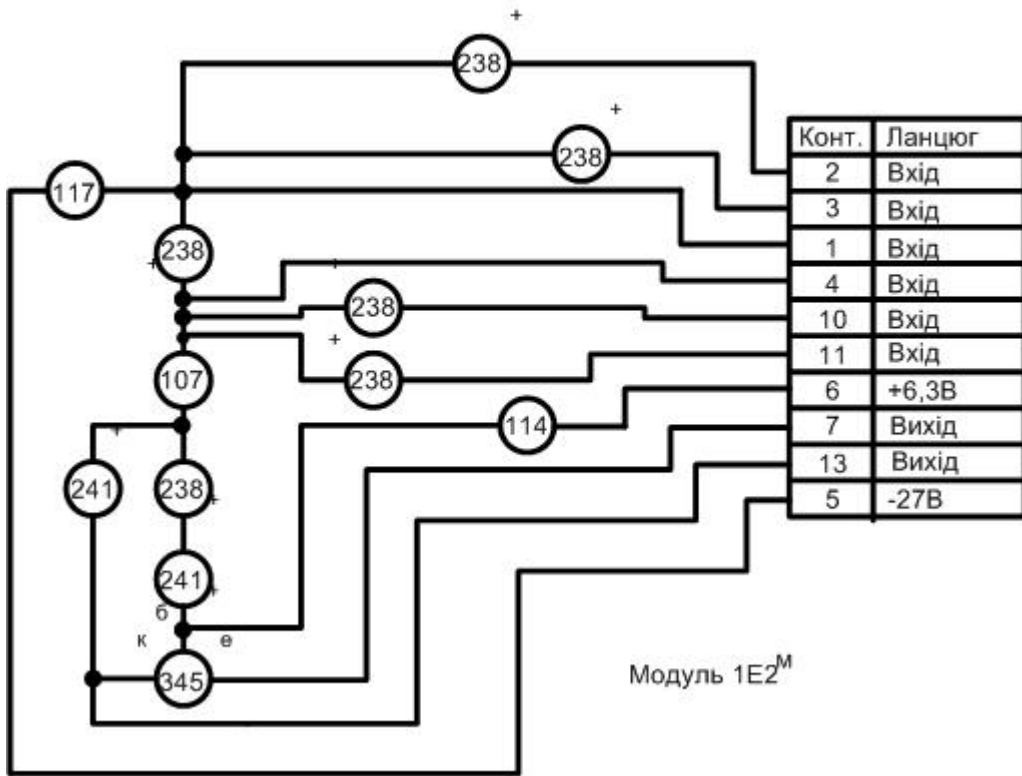
Варіант 2



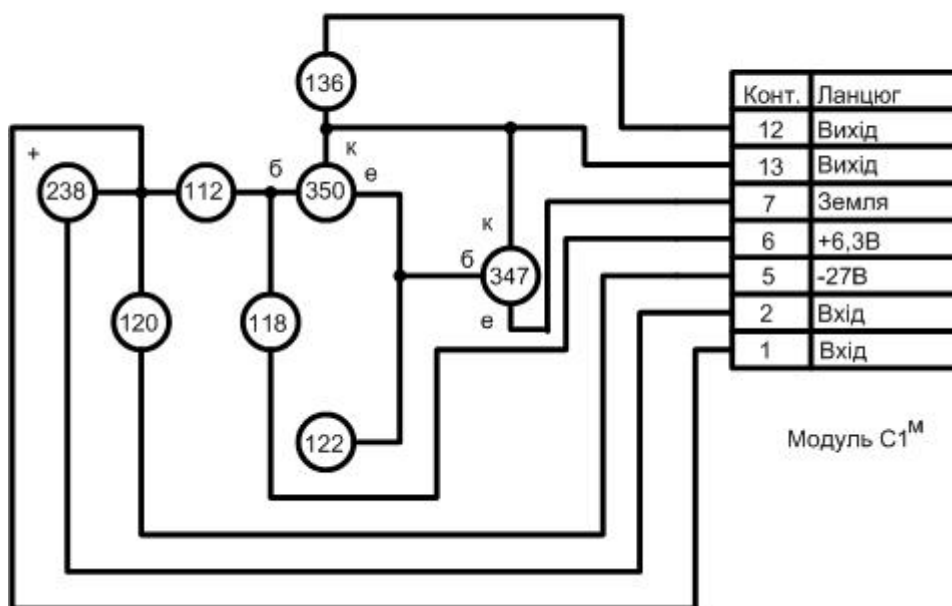
Варіант 3



Варіант 4

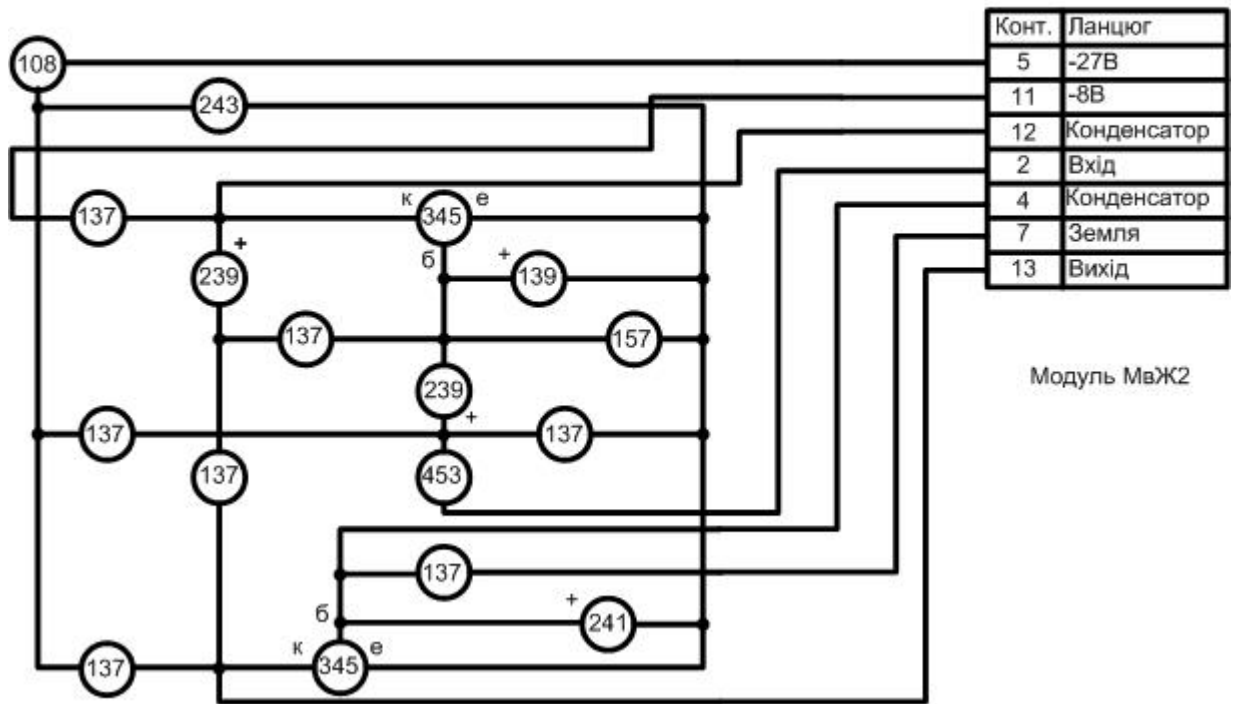


Варіант 5

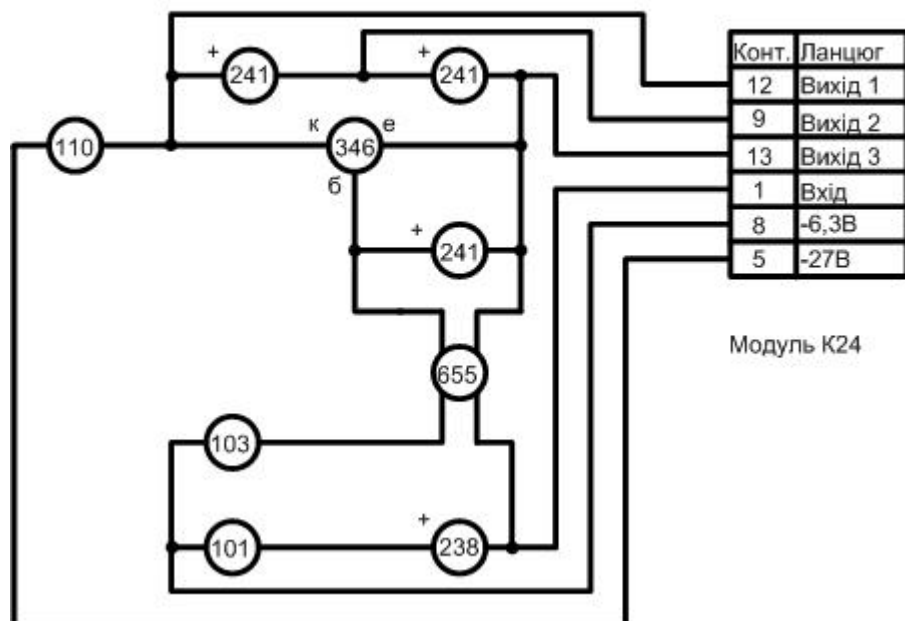




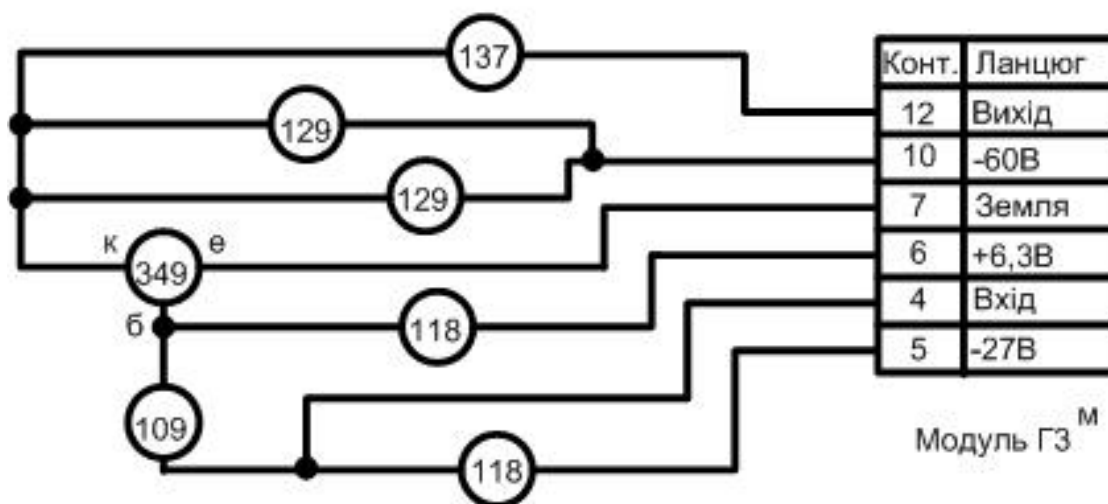
Варіант 6



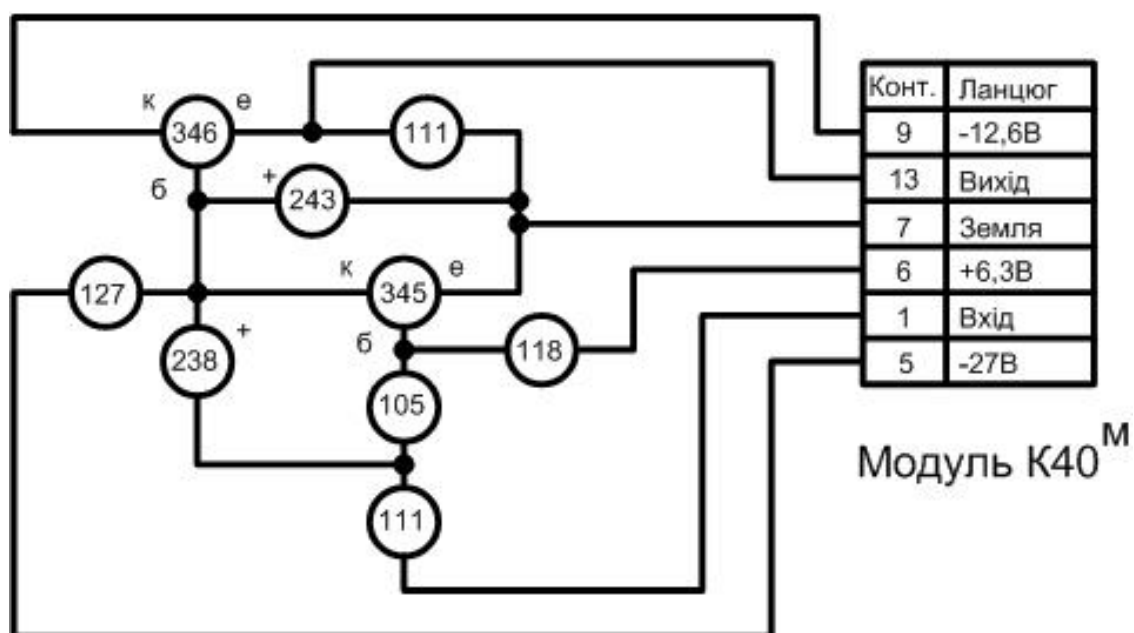
Варіант 7



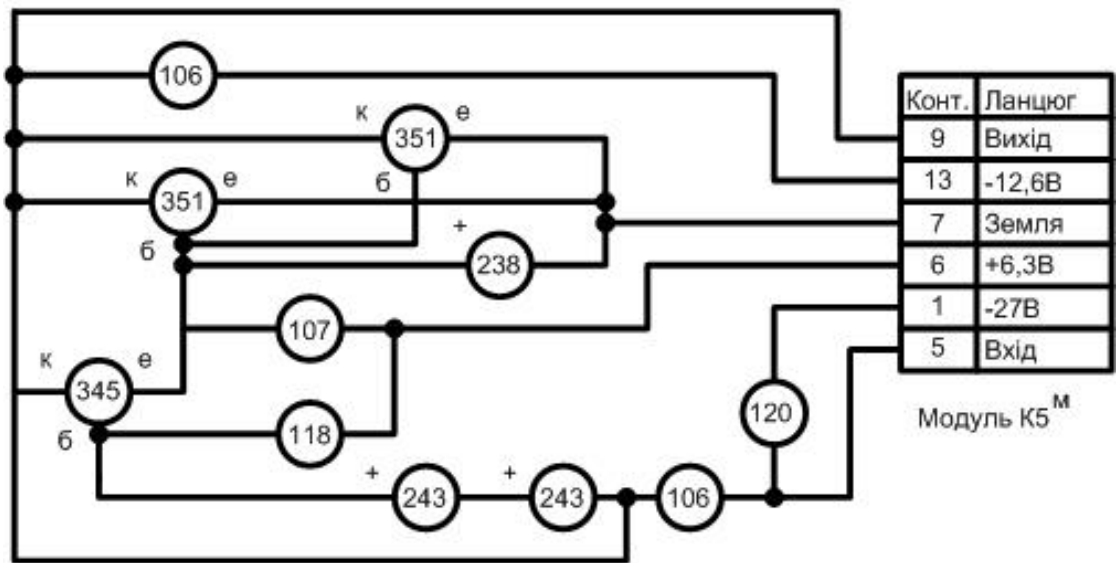
### Варіант 8



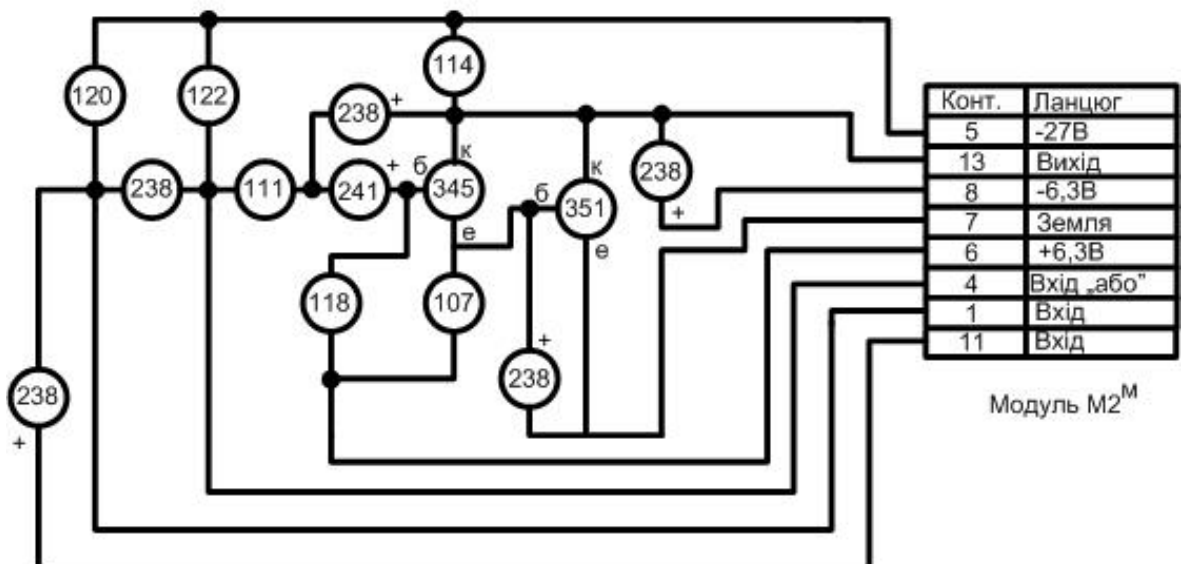
### Варіант 9



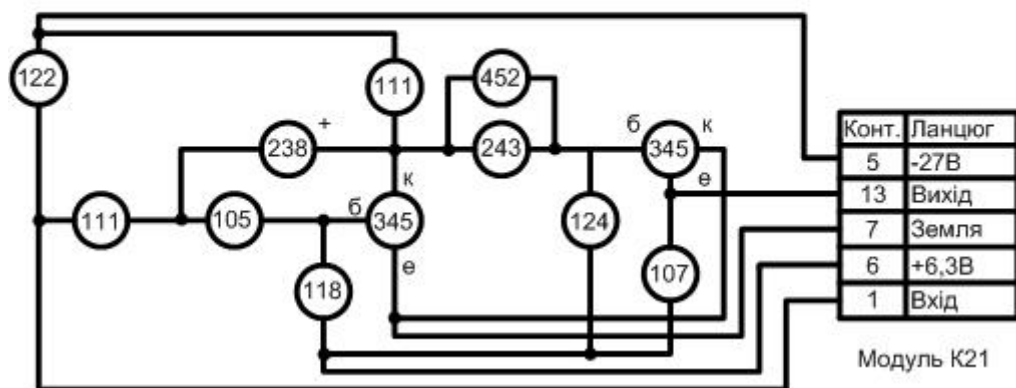
### Варіант 10



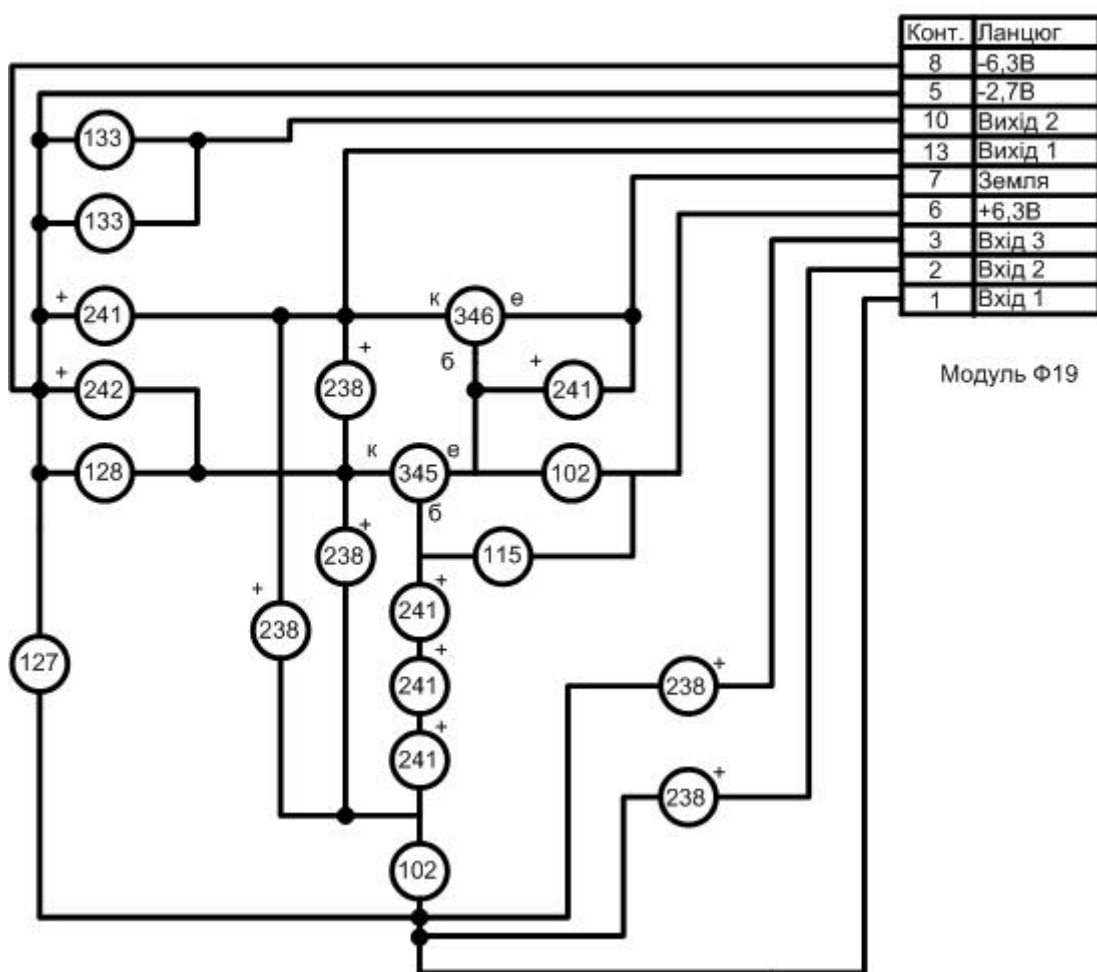
### Варіант 11



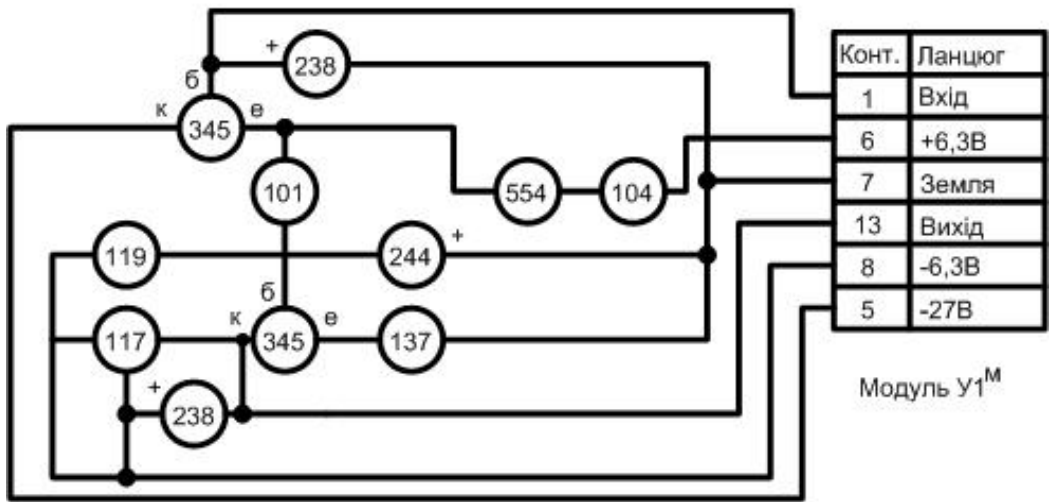
Варіант 12



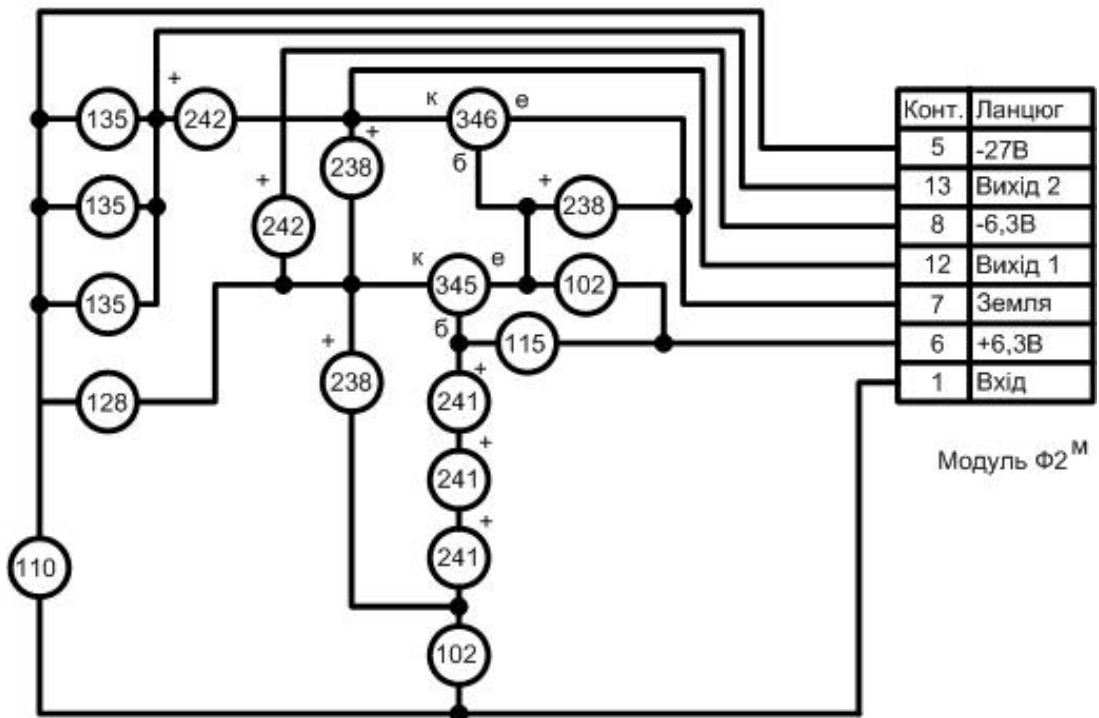
Варіант 13



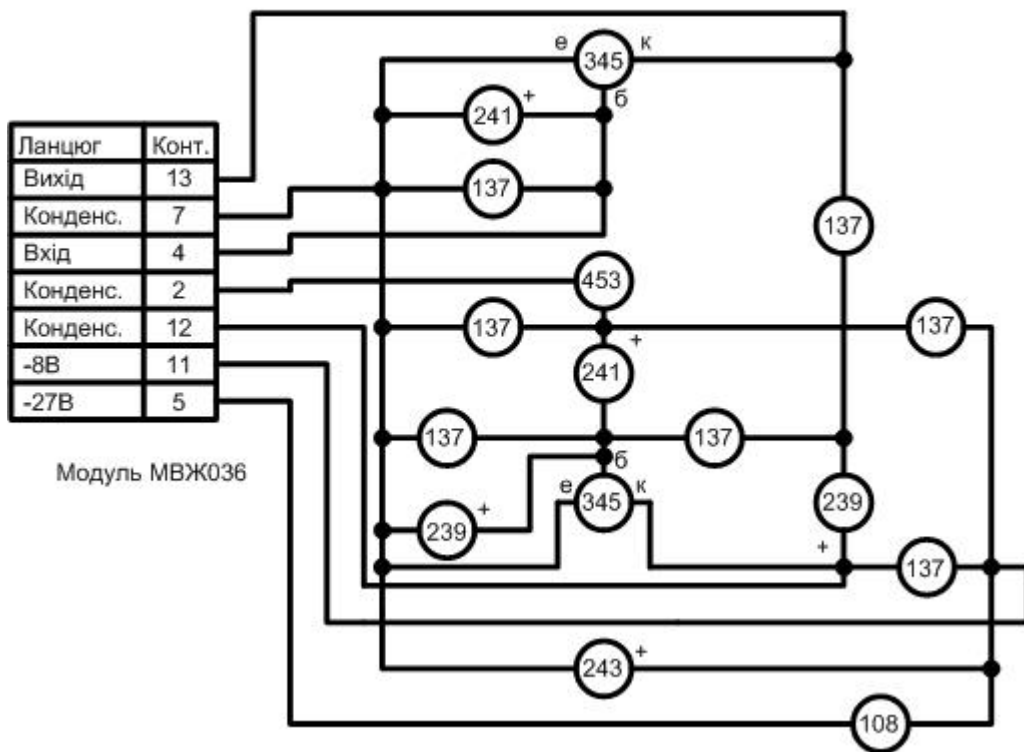
Варіант 14



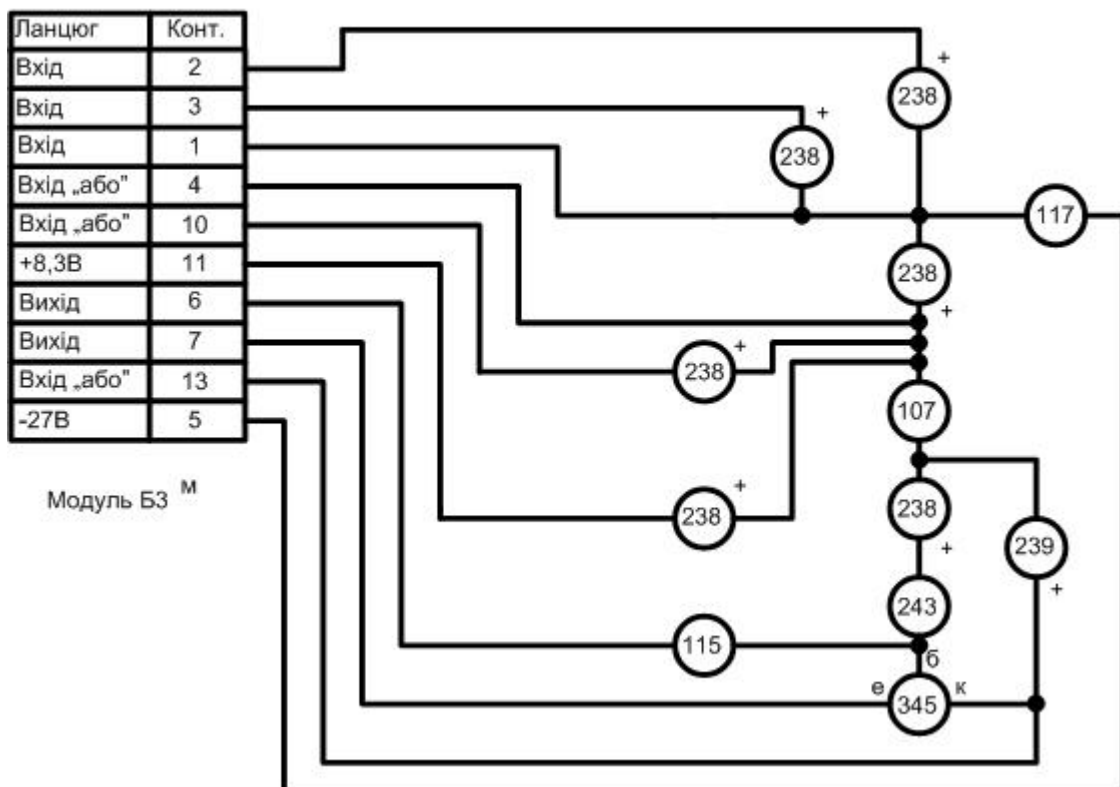
Варіант 15



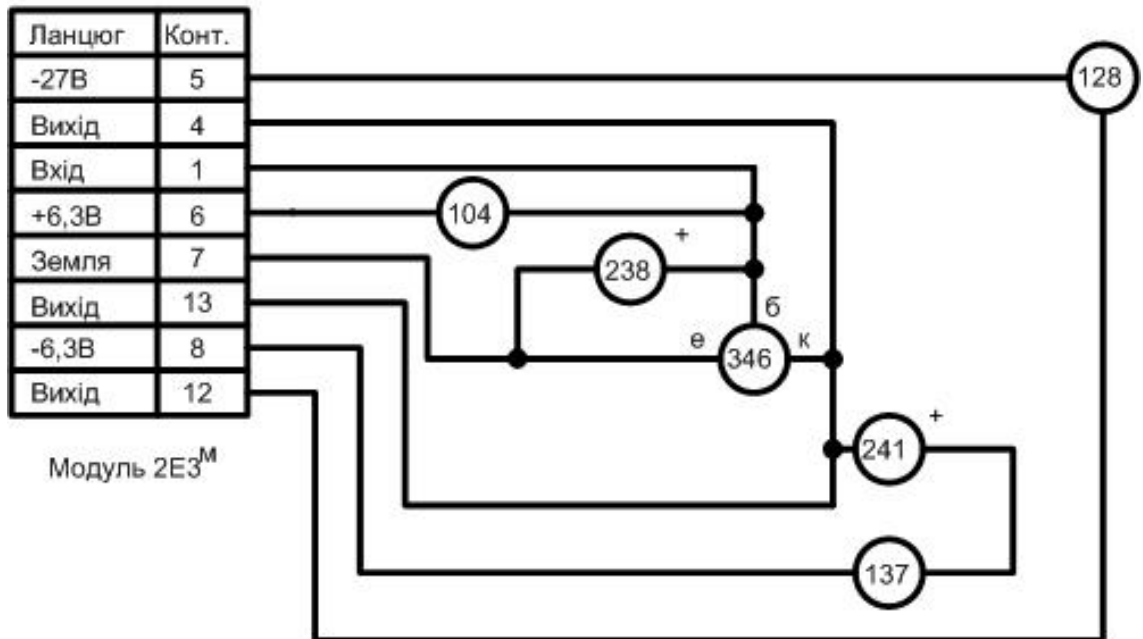
### Варіант 16



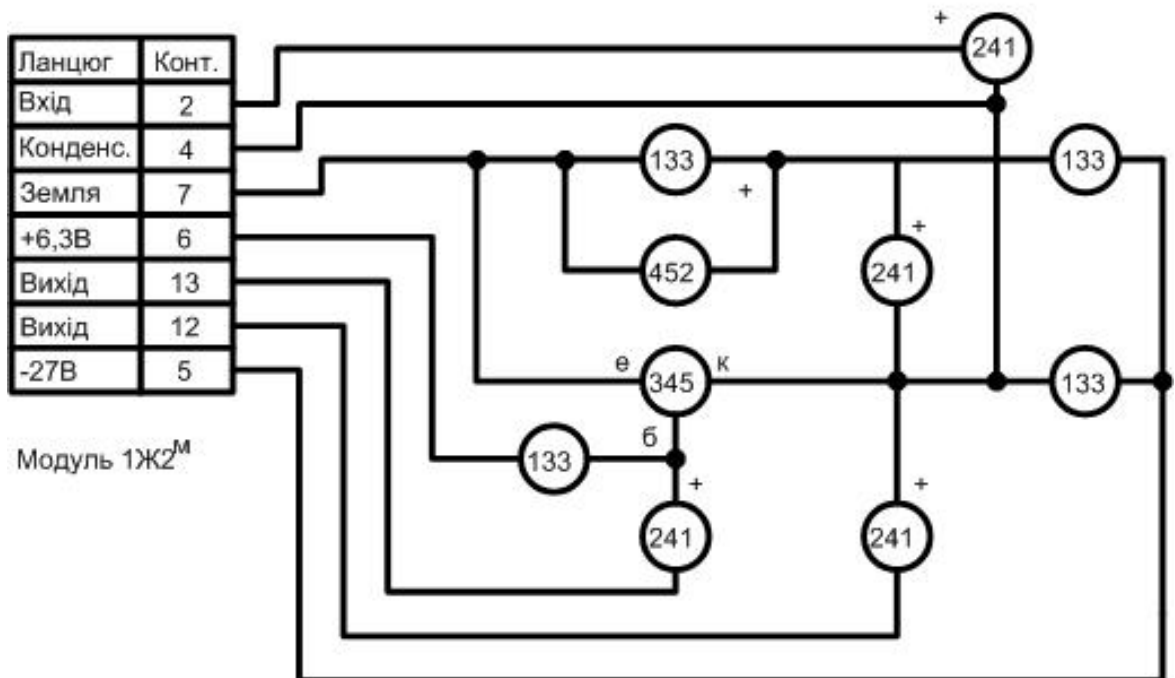
### Варіант 17



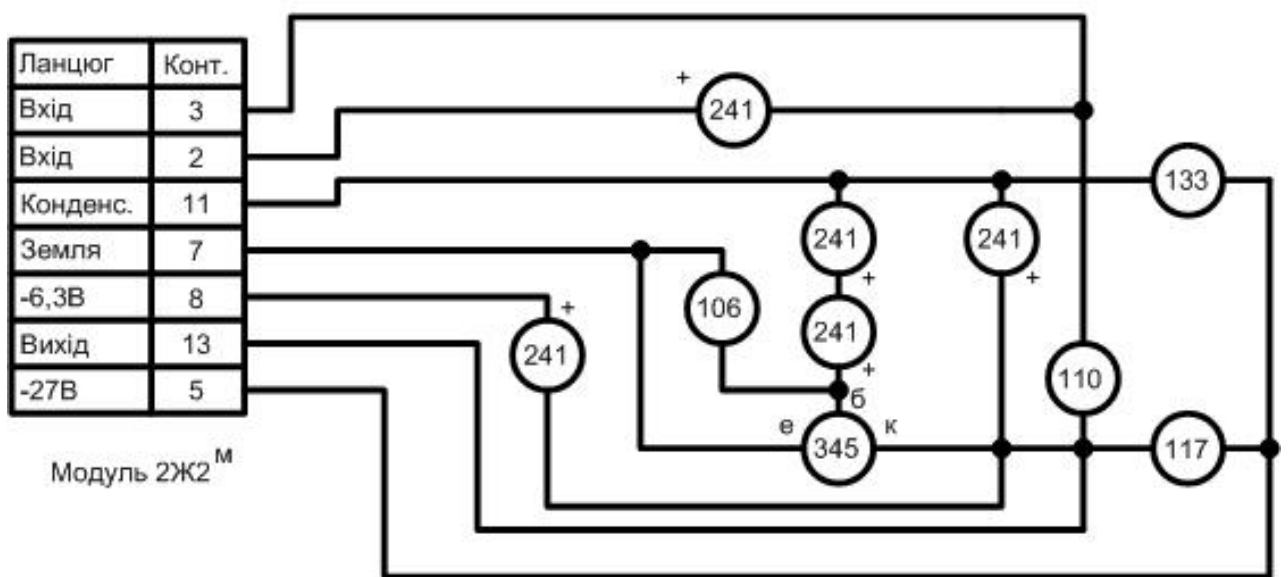
### Варіант 18



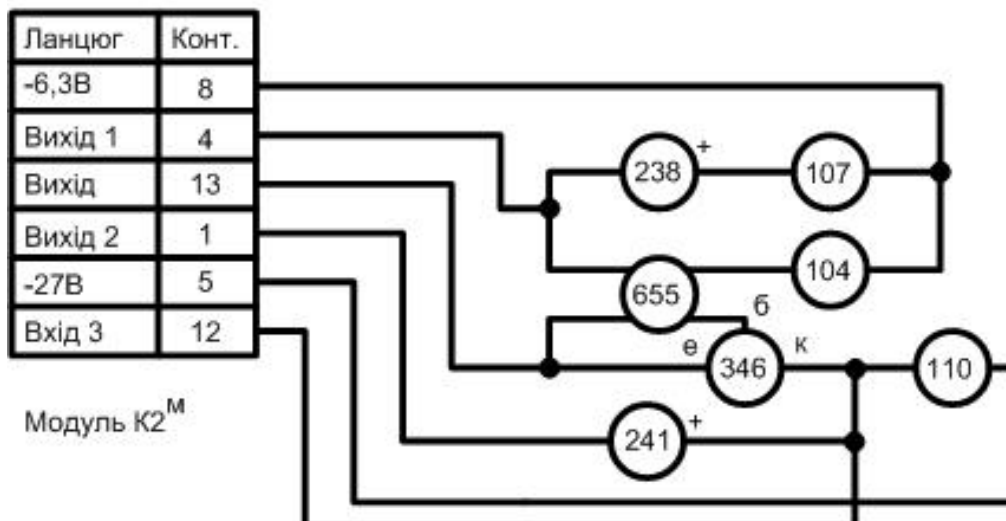
### Варіант 19



### Варіант 20

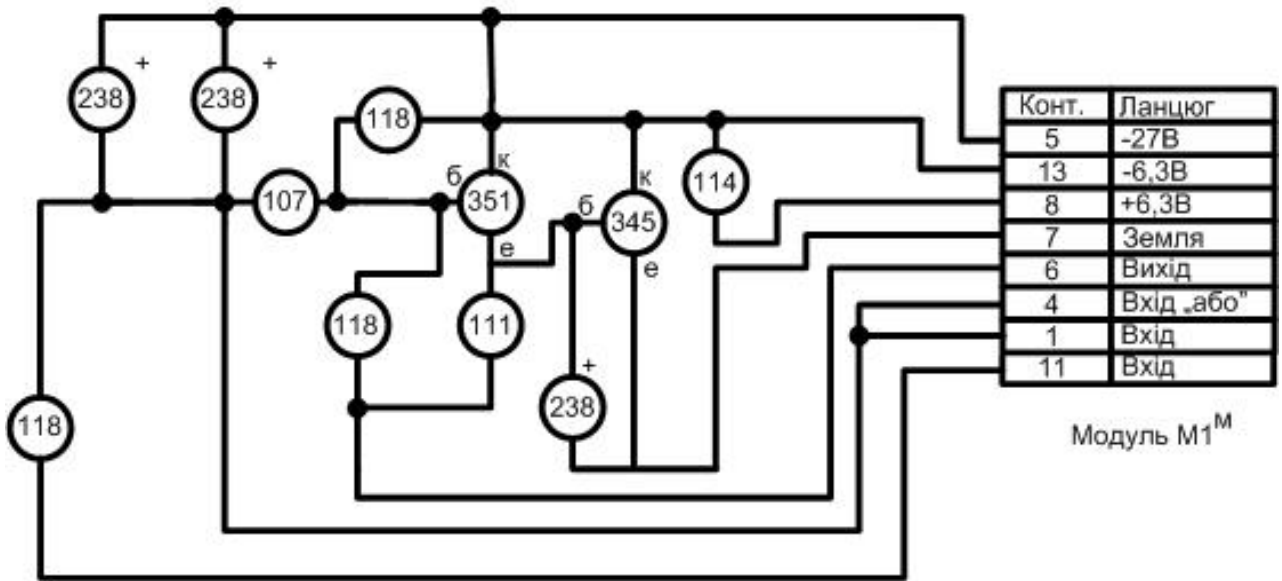


### Варіант 21

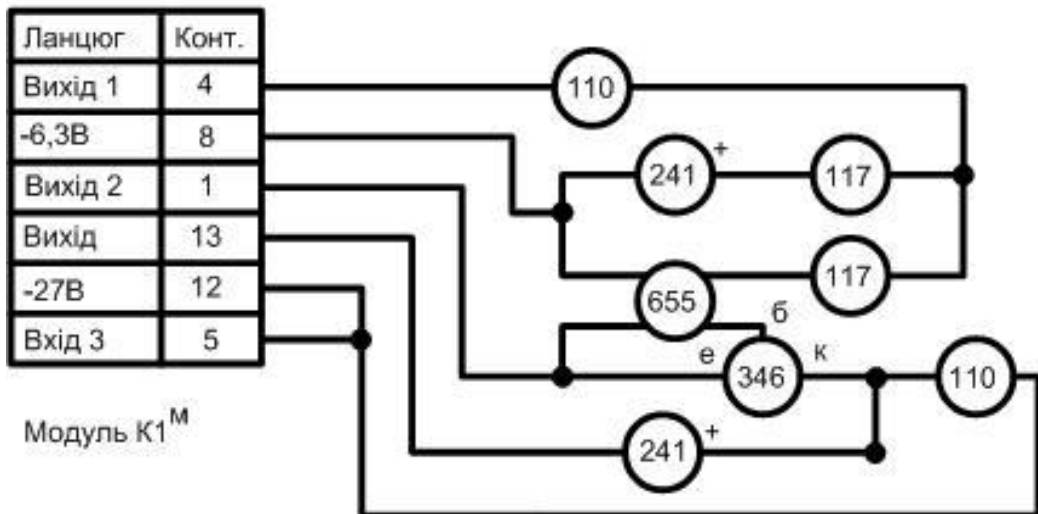




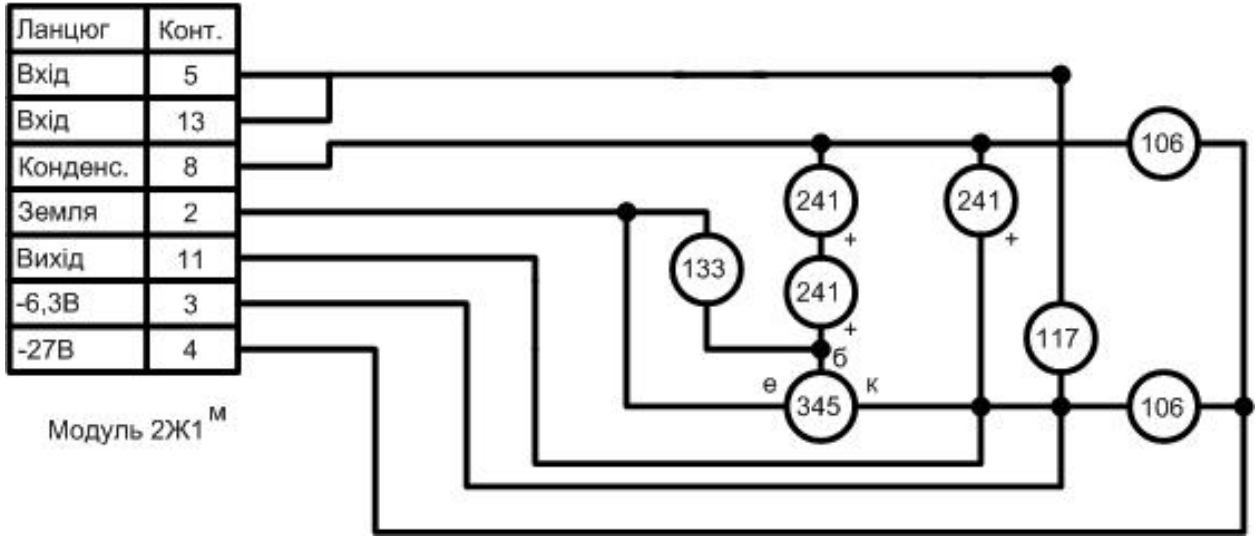
### Варіант 22



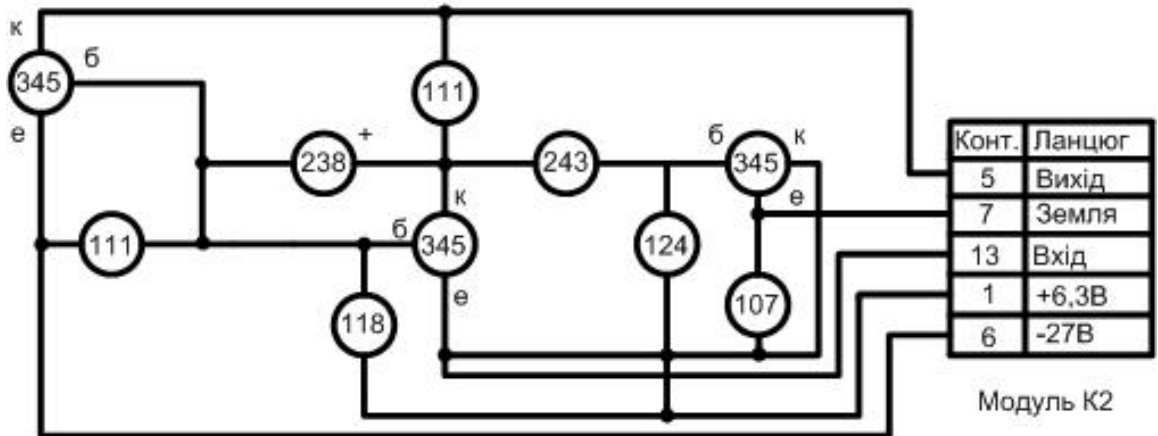
### Варіант 23



### Варіант 24



### Варіант 25



## Коди елементів у завданнях

Номер групи	Номер елемента	Найменування елементів, тип, номінал
1. Резистори	1	МЛТ-0,5 – 160 Ом $\pm$ 5% ГОСТ 7113-77
	2	МЛТ-0,5 – 300 Ом $\pm$ 5% ГОСТ 7113-77
	3	МЛТ-0,5 – 360 Ом $\pm$ 5% ГОСТ 7113-77
	4	МЛТ-0,5 – 430 Ом $\pm$ 5% ГОСТ 7113-77
	5	МЛТ-0,5 – 680 Ом $\pm$ 5% ГОСТ 7113-77
	6	МЛТ-0,5 – 750 Ом $\pm$ 5% ГОСТ 7113-77
	7	МЛТ-0,5 – 1,1 кОм $\pm$ 5% ГОСТ 7113-77
	8	МЛТ-0,5 – 1,3 кОм $\pm$ 5% ГОСТ 7113-77
	9	МЛТ-0,5 – 1,5 кОм $\pm$ 5% ГОСТ 7113-77
	10	МЛТ-0,5 – 2 кОм $\pm$ 5% ГОСТ 7113-77
	11	МЛТ-0,5 – 2,2 кОм $\pm$ 5% ГОСТ 7113-77
	12	МЛТ-0,5 – 2,7 кОм $\pm$ 5% ГОСТ 7113-77
	13	МЛТ-0,5 – 3 кОм $\pm$ 5% ГОСТ 7113-77
	14	МЛТ-0,5 – 3,3 кОм $\pm$ 5% ГОСТ 7113-77
	15	МЛТ-0,5 – 3,6 кОм $\pm$ 5% ГОСТ 7113-77
	16	МЛТ-0,5 – 4,7 кОм $\pm$ 5% ГОСТ 7113-77
	17	МЛТ-0,5 – 5,1 кОм $\pm$ 5% ГОСТ 7113-77
	18	МЛТ-0,5 – 6,2 кОм $\pm$ 5% ГОСТ 7113-77
	19	МЛТ-0,5 – 6,8 кОм $\pm$ 5% ГОСТ 7113-77
	20	МЛТ-0,5 – 10 кОм $\pm$ 5% ГОСТ 7113-77
	21	МЛТ-0,5 – 12 кОм $\pm$ 5% ГОСТ 7113-77
	22	МЛТ-0,5 – 56 кОм $\pm$ 5% ГОСТ 7113-77
	23	МЛТ-0,5 – 100 кОм $\pm$ 5% ГОСТ 7113-77
	24	МЛТ-0,5 – 1,8 кОм $\pm$ 5% ГОСТ 7113-77
	25	МЛТ-0,5 – 820 кОм $\pm$ 5% ГОСТ 7113-77
	26	МЛТ-1 – 1,8 кОм $\pm$ 5% ГОСТ 7113-77
	27	МЛТ-1 – 2,2 кОм $\pm$ 5% ГОСТ 7113-77
	28	МЛТ-2 – 430 Ом $\pm$ 5% ГОСТ 7113-77
	29	МЛТ-2 – 3,9 кОм $\pm$ 5% ГОСТ 7113-77
	30	МЛТ-0,25 – 1 кОм $\pm$ 5% ГОСТ 7113-77
	31	МЛТ-0,25 – 6,2 кОм $\pm$ 5% ГОСТ 7113-77
	32	МЛТ-0,25 – 10 кОм $\pm$ 5% ГОСТ 7113-77
	33	УЛИ-1 – 130 Ом ГОСТ 12305-66
	34	УЛИ-1 – 187 Ом ГОСТ 12305-66
	35	УЛИ-1 – 200 Ом ГОСТ 12305-66
	36	ТВО-0,25 – 27 Ом ГОСТ 11324-65
	37	ВС-0,125 – 27 Ом ГОСТ 6562-67

2. Діоди	38	Д9Б-Д9Ж – ГОСТ 14322-69
	39	Д20-ЩТ 3.362. 044. ТУ
	40	Д206-Д211 ГР 3.362.012. ТУ
	41	Д220 СМ 3.362.010 ТУ
	42	Д310 ЩГ 3.362.000 ТУ
Стабілітрон	43	Д814А–Д814Д СМ 3.362.012 ТУ
Тунельний діод	44	АИ30ІБ ГОСТ 15606-70
3. Транзистори	45	П416А, П416 ШТ 3.865.001 ТУ (тип р-n-p)
	46	П605А, П605 (тип р-n-p) ШТ 3.365.014 ТУ
	47	МП25 (тип р-n-p) ПЖ 0.336.004 ТУ1
	48	МП26А (тип р-n-p) ПЖ 0.336.004 ТУ1
	49	МП41А (тип р-n-p) ГОСТ 14948-73
	50	МП42А (тип р-n-p) ГОСТ 14947-73
	51	ІТ 30.8А (тип р-n-p) ЖК 3.365.158 ТУ
4. Конденсатори	52	КЛС-1-а М-750-1000 пф ± 10% ОЖ 0.460.020 ТУ
	53	КТ-1-а М-1300-220 ОЖ 0.460.158 ТУ
5. Дросель	54	ММДН 101-0,01-04 0100.472.026 ТУ
6. Трансформатор	55	ТИМ 12-127/220-50 0100.472.045 ТУ

## 5 ОФОРМЛЕННЯ ПЕРЕЛІКУ ЕЛЕМЕНТІВ ДО СХЕМ

Інформацію про елементи схеми записують у перелік елементів, який є таблицею, що виконується згідно зі стандартом. Розміри таблиці переліку елементів наведені на рис. 12.

The diagram shows a table with the following dimensions and structure:

- Overall dimensions:** Total width is 185, total height is 150 (divided into 10 and 40).
- Table columns:**
  - Column 1: *Поз. позн.* (width 20)
  - Column 2: *Найменування* (width 110)
  - Column 3: *Кільк.* (width 10)
  - Column 4: *Примітка* (width 45)
- Signature block (bottom right, height 40):**

<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Піт.</i>	<i>Аркул.</i>	<i>Армуше</i>
<i>Розроб.</i>							
<i>Перевір.</i>							
<i>Н. конт.</i>							
<i>Зате.</i>							

Рис. 12. Таблиця переліку елементів

Звичайно перелік елементів вміщується на першому аркуші схеми, як правило, над основним написом, причому відстань між ними не повинна бути меншою за 15 мм. У разі необхідності продовження таблиці його можна розміщувати ліворуч від неї.

У таблиці переліку елементів вказують такі дані:

у графі „Поз. позн.” – позиційне позначення елемента;

у графі „Найменування” – назву елемента, його номінальні параметри і номер стандарту або ТУ;

у графі „Кільк.” – кількість елементів;

у графі „Примітка” – у разі необхідності вказують додаткові дані елемента.

Елементи записуються у перелік групами в алфавітному порядку літерно-цифрових позиційних значень. У межах кожної групи з однаковим літерним кодом елементи вказують за зростанням порядкових номерів елементів (див. рис. 11).

Якщо потрібно записати кілька елементів, що мають однакову першу частину позиційного позначення і назву, можна записати загальні дані елементів у вигляді спільного заголовка. Цей заголовок підкреслювати не потрібно (див. рис. 11).

Згідно з стандартом можна оформляти перелік елементів у вигляді окремого документа. У цьому разі перелік оформляється на аркушах формату А4 (ГОСТ 2.301-68) з основним написом за формою 2 і 2а (ГОСТ 2.104-68). В основному написі після назви виробу потрібно вказати назву документа – „Перелік елементів”, а після позначення виробу – шифр документа „ПЕЗ” (див. рис. 11).

Допускається залишати один чи кілька вільних рядків між окремими групами елементів.

## 6 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Який конструкторський документ зветься схемою?
2. Перелічіть типи схем?
3. Перелічіть види схем?
4. Який документ зветься електричною принциповою схемою?
5. Яку товщину ліній використовують для зображення умовних графічних позначень елементів на схемі?
6. Яку товщину лінії використовують для зображення лінії електричного зв'язку?
7. Поясніть літерно-цифрове позиційне позначення елементів на окремих прикладах?
8. Де розміщується літерно-цифрове позначення елементів на схемі?
9. Де розміщується перелік елементів до схеми?
10. Як заповнюють перелік елементів?
11. Що записують у графах переліку елементів?
12. Як заповнюють основний напис?

## ЛІТЕРАТУРА

1. Александров К. К., Кузьмина Е. Г. Электротехнические чертежи и схемы. – М.: Энергоатомиздат, 1990.
2. Михайленко В.Є., Ванін В.В.,Ковальов С.М. Інженерна графіка. – К.Каравела, 2003.
3. Райковська Г. О. Основи нарисної геометрії та інженерної графіки. – К.: Аграрна освіта, 2003.
4. Фролов В. В. Язык радиосхем. - М.: Радио и связь, 1988.
5. Хаскин. А. М. Черчение. - К.: Вища школа, 1985.
6. Черчение / Под ред. А. С. Куликова. – М.: Высш. шк., 1889.
7. ДСТУ 3321-96 Система конструкторської документації
8. ГОСТ 2.001-93 ЄСКД Види та комплектність конструкторських документів
9. ГОСТ 2.104-68 ЄСКД Основні написи
- 10.ГОСТ 2.321-84 ЄСКД Позначення літерні.
- 11.ГОСТ 2.109-73 ЄСКД Основні вимоги до креслень.
- 12.ГОСТ 2.125-88 ЄСКД Правила виконання конструкторських документів.
- 13.ГОСТ 2.201-80 ЄСКД Позначення виробів та конструкторських документів.
- 14.ГОСТ 2.413-72 ЄСКД Правила виконання конструкторської документації виробів з електромонтажем.
- 15.ГОСТ 2.701-84 ЄСКД. Схеми. Види і типи. Загальні вимоги до виконання.
- 16.ГОСТ2.702-75 ЄСКД. Правила виконання електричних схем.
- 17.ГОСТ 2.710-81 ЄСКД Позначення буквенно-цифрові в електричних схемах.
- 18.ГОСТ 2.721-74 ЄСКД Позначення умовні графічні в схемах загального застосування
- 19.ГОСТ 2.722-68 ЄСКД Позначення умовні графічні в схемах. Машини



електричні.

- 20.ГОСТ 2.723-68 ЄСКД Позначення умовні графічні в схемах. Котушки індуктивності, дроселі, трансформатори, автотрансформатори і магнітні підсилювачі.
- 21.ГОСТ 2.728-74 ЄСКД Позначення умовні графічні в схемах. Резистори та конденсатори.
- 22.ГОСТ 2.730-73 ЄСКД Позначення умовні графічні в схемах. Прилади напівпровідникові.
- 23.ГОСТ 2.755-87 ЄСКД. Позначення умовні графічні в схемах. Пристрої комутаційні та контактні з'єднання.
- 24.ГОСТ 2.703-68. ЄСКД Правила виконання кінематичних схем.
- 25.ГОСТ 2.770-68. ЄСКД Позначення умовні графічні в схемах. Елементи кінематики.
- 26.ГОСТ 28884-90. Резистори, конденсатори.
- 27.ГОСТ 28625-90. Прилади напівпровідникові.