

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

**ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧИХ СИСТЕМ
ТА ТЕХНОЛОГІЙ**

**Кафедра автоматики та комп'ютерного телекерування
рухом поїздів**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**для виконання практичних робіт, курсового та
дипломного проєктування, самостійної роботи
з освітньої компоненти**

«ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ»

Харків 2025

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри автоматики та комп'ютерного телекерування рухом поїздів 1 вересня 2025 р., протокол № 1.

Наведені завдання та методичні рекомендації для практичних робіт, виконання курсового та дипломного проєктування, а також рекомендації для самостійного вивчення відповідних розділів курсу.

Методичні вказівки призначені для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальностей 174 (G7) «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» і 273 (J7) «Залізничний транспорт», які вивчають освітню компоненту «Технічні засоби автоматизації» усіх форм здобуття освіти.

Укладач

доц. С. О. Змій

Рецензент

доц. Н. А. Корольова

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 СТРУКТУРА І ЗМІСТ КУРСОВОЇ РОБОТИ (ПРОЄКТУ)	6
2 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДЛЯ ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ (ПРОЄКТУ)	6
3 ОРГАНІЗАЦІЯ ВИКОНАННЯ ТА ЗАХИСТ КУРСОВОЇ РОБОТИ (ПРОЄКТУ)	10
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	11
ДОДАТОК А Бланк завдання	12
ДОДАТОК Б Вихідні дані	13

ВСТУП

Метою виконання курсової роботи (проєкту) є закріплення і поглиблення знань із технічних засобів автоматизації та практичне оволодіння методами розрахунку рейкових кіл.

Основні завдання виконання курсової роботи (проєкту):

- оволодіння методами вибору рейкового кола для різних експлуатаційних умов;
- розвинення творчого мислення та самостійності для реалізації поставленого завдання;
- набуття навичок застосування математичного та понятійного апаратів теорії рейкових кіл для розв'язання практичних задач;
- набуття навичок роботи зі спеціальною технічною літературою.

У результаті виконання курсової роботи здобувачі повинні:

знати:

- фізику, електротехніку, електроніку та схемотехніку, мікропроцесорну техніку, основні елементи мікропроцесорних систем, принципи організації модульних пристроїв мікропроцесорних систем, основи програмування таких систем. Розуміти можливості використання мікропроцесорних систем для керування технологічним обладнанням на рівні, необхідному для розв'язання типових задач і проблем автоматизації та роботизації;
- принципи роботи технічних засобів автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій і вміти обґрунтувати їх вибір на основі аналізу їхніх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог щодо систем автоматизації та роботизації, експлуатаційних умов; мати навички налагодження технічних засобів автоматизації та роботизації і систем керування;

- основні поняття теорії інформації, методів дискретизації та модуляції сигналів, способи кодування та декодування інформації, методики визначення кількості інформації;

вміти:

- застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування;

- застосовувати методи системного аналізу, моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних та імітаційних моделей окремих елементів і систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування з використанням новітніх комп'ютерних технологій;

- застосовувати знання про основні принципи та методи вимірювання фізичних величин і основних технологічних параметрів для обґрунтування вибору засобів вимірювань та оцінювання їхніх метрологічних характеристик;

- виконувати роботи з проектування систем автоматизації, знати зміст і правила оформлення проектних матеріалів, склад проектної документації та послідовність виконання проектних робіт з урахуванням вимог відповідних нормативно-правових документів і міжнародних стандартів;

- ураховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні аспекти, вимоги охорони праці, виробничої санітарії і пожежної безпеки під час формування технічних рішень;

розуміти:

- суть процесів, що відбуваються в об'єктах автоматизації (за галузями діяльності), аналізувати об'єкти автоматизації і обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів і схем керування ними на основі результатів дослідження їхніх властивостей.

1 Структура і зміст курсової роботи (проєкту)

Зміст основних розділів визначений завданням. Аркуш завдання (додаток А) видають кожному здобувачу на груповій консультації. Вихідні дані для завдання наведено в додатку Б, їх вибирають або за вказівкою викладача, або за номером залікової книжки (останні дві цифри). Оформлення здобувачем аркуша завдання для курсової роботи є для викладача інформацією про те, що здобувач почав виконувати роботу.

Курсову роботу (проєкт) оформляють як пояснювальну записку. Розділи курсової роботи мають містити постановки завдань, методи їх вирішення та необхідні для розрахунку теоретичні відомості, обґрунтування ухвалених рішень, необхідні формули (із поясненням усіх літер, що в них входять, і зазначенням розмірностей результатів). Пояснювальна записка має також містити результати розрахунків у вигляді окремих чисел, таблиць, рисунків і графіків. Кожний розрахунок необхідно супроводжувати пояснювальним текстом, проміжні обчислення слід опустити. Кожний розділ повинен мати висновки та оцінку отриманих результатів.

Отже, пояснювальна записка має достатньо повно відображувати зміст роботи. Критерієм достатності з оформлення є можливість розібратися в суті курсової роботи без участі автора.

2 Методичні вказівки для виконання курсової роботи (проєкту)

Для курсової роботи (проєкту) необхідно послідовно розробляти розділи пояснювальної записки. Розробляти окремі етапи потрібно після детального вивчення рекомендованої літератури і цих методичних вказівок.

У вступі визначають місце і роль рейкових кіл для гарантування безпеки руху поїздів на залізничному транспорті, мету, основні завдання курсової роботи (проєкту), обґрунтовують актуальність теми.

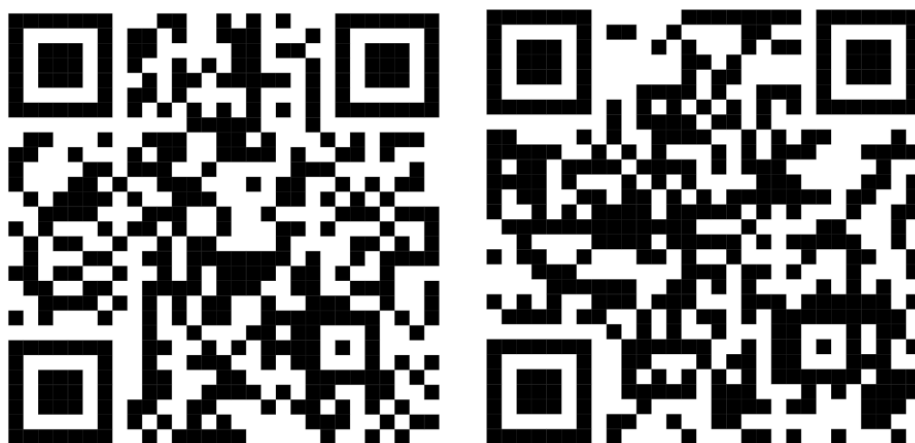
У розділі «Класичні рейкові кола» пункт «Вибір і характеристика» наводять критерії вибору та характеристики вибраного відповідно до завдання рейкового кола, наводять схему рейкового кола, аналізують його роботу з визначенням призначення кожного елемента, таблицю приладів, які входять до рейкового кола, з визначенням типу приладів, їхніх основних електричних параметрів і сфери застосування.

У пункті «Складання схеми заміщення та розроблення алгоритмів розрахунку режимів» наводять схеми заміщення рейкового кола в усіх режимах його роботи і дають їхній опис. Розроблені та упорядковані схеми заміщення для кожного з режимів роботи є основою для упорядкування алгоритму розрахунків. При цьому слід пам'ятати, що третинні коефіцієнти (А-параметри) чотириполіусників початку і кінця для конкретного рейкового кола приймають незмінними, і вони є вихідними для розрахунку електричних параметрів джерела живлення. Якщо в роботі (проєкті) передбачено дослідження впливу зміни параметрів приладів апаратури живлення та апаратури на релейному кінці, то третинні коефіцієнти зазначених чотириполіусників, безумовно, будуть зміненими, але без зміни розрахованих електричних параметрів джерела живлення. Після упорядкування загальної схеми заміщення потрібно надати опис послідовності проведення розрахунку. У загальному вигляді ця послідовність може бути такою:

- розрахунок третинних коефіцієнтів чотириполіусників, підключених на початку і в кінці рейкової лінії;
- розрахунок третинних коефіцієнтів чотириполіусника рейкової лінії в усіх режимах роботи;
- розрахунок параметрів основної схеми заміщення з подальшим розрахунком усіх режимів роботи;

- розрахунок критеріїв оцінювання роботи рейкового кола в усіх режимах роботи;
- побудова графіків залежностей розрахованих наведених вище параметрів із визначенням областей працездатності.

У пункті «Розрахунок режимів роботи» потрібно розрахувати і визначити працездатність за вибраними критеріями з урахуванням припустимих меж коливань відповідно до рекомендацій, наданих у конспекті лекцій, або ж відповідно до рекомендацій, наданих у довідниках та спеціальній літературі. У довідниках для кожного типу рейкових кіл, які знаходяться в експлуатації, наведено приклади розрахунків, що є достатнім для виконання роботи. Крім того, у лабораторії, системі дистанційного навчання або за qr-кодами в електронному вигляді можна знайти довідник і приклади розрахунків.



У пункті «Дослідження режимів роботи і технічне обслуговування» на підставі результатів розрахунку необхідно навести детальний аналіз роботи рейкового кола в усіх режимах, розглянути і описати графічні залежності і встановити межі працездатності рейкового кола; граничні параметри, які накладають обмеження на режими роботи рейкового кола. Також необхідно оцінити вплив змінних параметрів на роботу рейкового кола в усіх режимах роботи. Слід також навести графічні залежності та

вказати на них припустимі межі коливань змінного параметра. Змінним параметром, окрім опору ізоляції, місцезнаходження поїзного шунта і обриву рейкової нитки, може бути коливання ємності конденсатора, опору резисторів тощо, за вказівкою керівника курсової роботи (проекту). Метою проведення дослідження є ширше та глибше вивчення роботи рейкового кола в усіх режимах роботи, набуття навичок самостійного виконання робіт дослідницького характеру.

У розділі «Тональні рейкові кола» пункт «Характеристика та призначення елементів тонального рейкового кола» наводять критерії вибору та характеристику вибраного відповідно до завдання рейкового кола, схему рейкового кола, аналізують його роботу з визначенням призначення кожного елемента; таблицю приладів, які входять до рейкового кола, із визначенням типу приладів; їхні основні електричні параметри; сферу застосування.

У пункті «Характеристика зон додаткового шунтування» необхідно описати суть явища зони додаткового шунтування, навести чинники, які впливають на розміри зони.

У пункті «Технічне обслуговування» потрібно навести особливості технічного обслуговування тональних рейкових кіл порівняно з класичними, перелічити прилади, необхідні для обслуговування ТРК.

Висновок повинен мати висновки з оцінювання отриманих результатів у цілому відповідно до завдання, а також рекомендації з їх використання.

Пояснювальну записку та список використаних джерел потрібно оформляти за ДСТУ 2.105-95 і ДСТУ 8302:2015 відповідно. У пояснювальній записці мають бути посилання на вказані у списку джерела інформації.

У додатках слід навести алгоритми розрахунків, якщо вони перевищують формат А4, тексти програм, які реалізують розроблені алгоритми, а також роздруківки результатів виконання цих програм.

3 Організація виконання та захист курсової роботи (проєкту)

Курсову роботу здобувач виконує самостійно. На першій консультації йому видають і оформляють аркуш завдання і складають календарний план виконання роботи (проєкту).

Для рівномірної роботи здобувача над курсовою роботою (проєктом) протягом семестру і своєчасного її подання до захисту рекомендована послідовність виконання, яка наведена в календарному плані (додаток А).

Закінчену курсову роботу (проєкт) розглядає керівник із метою перевірки її виконання і готовності до захисту. Якщо робота (проєкт) виконана в повному обсязі і не має принципових помилок, то керівник підписує її і допускає здобувача до захисту. В іншому випадку викладач повертає курсову роботу (проєкт) здобувачу на доопрацювання та виправлення помилок.

За позитивного висновку про готовність курсової роботи (проєкту) здобувач повинен захистити її перед комісією у складі двох викладачів, призначених кафедрою. До складу комісії входить керівник роботи (проєкту).

Захищаючи курсову роботу (проєкт), здобувач викладає обґрунтування вибору, призначення, принцип дії та фізичні властивості рейкового кола, обґрунтування схем заміщення, алгоритми та результати розрахунків з демонстрацією графічної частини і відповідає на запитання за змістом курсової роботи (проєкту) і матеріалом курсу в цілому.

За результатами виконання і захисту комісія виставляє підсумкову оцінку. Якщо здобувач отримає незадовільну оцінку, то повинен повторно захистити курсову роботу (проєкт).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Pachl J. Railway Signalling Principles. Braunschweig: Technische Universität Braunschweig, 2002. URL: <https://www.joernpachl.de/eBook%20RSP.pdf>.
- 2 Challis W. H. Track Circuits: British Practice (IRSE Green Book No. 9). London: Institution of Railway Signal Engineers, 1951. 167 p.
- 3 Wilson F. R. Railway-Signalling Automatic: An Introductory Treatment of the Purposes, Theory, and Means of Automatic Signalling and Track-Circuits for Steam and Electric Railways. London: The Electrician Printing and Publishing Company, 1907. 228 p.
- 4 American Railway Association. The Invention of the Track Circuit. New York: American Railway Association, 1922. 98 p. URL: <https://www.gutenberg.org/ebooks/45179>.
- 5 Locomotive Publishing Company. The Railway Signal and Permanent Way Engineer's Pocket Book. London: Locomotive Publishing Company, 1912. 310 p. URL: <https://libsysdigi.library.illinois.edu/oca/Books2008-11/railwaysignalper00loco/railwaysignalper00loco.pdf>.
- 6 Методичні вказівки до лабораторних та самостійної роботи з дисципліни «Технічні засоби автоматизації та роботизації». Розділ «Рейкові кола». Харків: УкрДУЗТ, 2025. 44 с.
- 7 Методичні вказівки з експлуатації тональних рейкових кіл. ЦШЕОТ-0034. Київ: Державна адміністрація залізничного транспорту України, 2004. 44 с.
- 8 Студентська навчальна звітність. Текстова частина (пояснювальна записка). Загальні вимоги до побудови, викладення та оформлення: метод. посіб. з додержання вимог нормоконтролю у студентській навчальній звітності. Харків: УкрДАЗТ, 2014. 38 с.
- 9 Нормалі: РЦ 25-ДСШ15—ЭТОО-С-93, РЦ 25-ДСШ16—ЭТ50-С-93, ТРЦ-ЭТ50 (АЛС 25, 75)-С-96, ТРЦ-АТ (АЛС 25, 50, 75)-С-97, ТРЦ-ЭТОО (АЛС 50)-С-96, ТРЦ-АБТ АТ-97, ТРЦ-АБТ ЭТОО-97, ТРЦ-АБТ ЭТ50-97.

ДОДАТОК А

Бланк завдання

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ
Кафедра "Автоматика та комп'ютерне телекерування рухом поїздів"

ЗАВДАННЯ

на курсову роботу з дисципліни "Технічні засоби автоматизації"
за темою "Розрахунок, аналіз і дослідження рейкових кіл на електронно-обчислювальній машині"

Студент _____ Шифр _____ Група _____ - -
Завдання видане _____ 20 _____ Термін здачі _____ 20 _____

1 Вихідні дані

1.1 Рід тяги поїздів на ділянці залізниці:

- електротяга постійного струму;
- електротяга змінного струму.

Обране РК (заповнюється студентом)
КлРК Довідник (Нормаль) _____, стор. _____, № рис. _____,
ТРК Нормаль _____, стор. _____, № рис. _____.

1.2 Тип проекту для КлРК:

- реконструкція;
- нове будівництво.

1.3 Частота сигнального струму:

- КлРК: 25 Гц, 50 Гц;
- ТРК: 420 Гц, 480 Гц, 580 Гц, 720 Гц, 780 Гц;
- частота модуляції 8 Гц, 12 Гц.

1.4 Тип колійного приймача для КлРК: ФЧП, ПП.

1.5 Тип рейкових ниток: Р50, Р65, Р75.

1.6 Вихідні значення опору ізоляції рейкової лінії: $R_{\text{мін}} = \text{_____ Ом} \times \text{км}$.

1.7 Довжина нерозгалуженого рейкового кола, з двома дросель-трансформаторами для КлРК та станційних ТРК:

- $L = \text{_____ м}$;
 - для ТРК два РК з довжинами $L/2$;
- 1.8 Параметри, що змінюються для розрахунку КлРК:
- а) R_i від _____ до _____ Ом $\times$ км;
 - б) X (місце накладання шпунта або зламу рейкової нитки) від 0 до L м;
 - в) _____

1.9 Нерозгалужене ТРК(з 2 приймачами): без ізолюючих стиків / з ізолюючими стиками.

2 Зміст роботи

Найменування	% виконання	Терміни виконання
Титульний аркуш	1	
Реферат	1	14 неділя
Вступ	1	14 неділя
1 Класичні рейкові кола		
1.1 Вибір і характеристика	10	4 неділя
1.2 Складання схеми заміщення та розробка алгоритмів розрахунку режимів	15	6 неділя
1.3 Розрахунок режимів роботи	20	8 неділя
1.4 Дослідження режимів роботи та технічне обслуговування	15	10 неділя
2 Тональні рейкові кола		
2.1 Характеристика та призначення елементів тонального рейкового кола.	15	10 неділя
2.2 Характеристика зон додаткового шпунтування	10	10 неділя
2.3 Технічне обслуговування	10	14 неділя
Висновок	1	14 неділя
Список використаних джерел	1	протягом виконання ПЗ

3 Перелік джерел інформації для використання

- Pachl, J. Railway Signalling Principles [Електронний ресурс]. – Braunschweig: Technische Universität Braunschweig, 2002. – Режим доступу: <https://www.joernpachl.de/eBook%20RSP.pdf>
- Challis, W. H. Track Circuits: British Practice (IRSE Green Book No. 9). – London: Institution of Railway Signal Engineers, 1951. – 167 p.
- Wilson, F. R. Railway-Signalling Automatic: An Introductory Treatment of the Purposes, Theory, and Means of Automatic Signalling and Track-Circuits for Steam and Electric Railways. – London: The Electrician Printing and Publishing Company, 1907. – 228 p.
- American Railway Association. The Invention of the Track Circuit. – New York: American Railway Association, 1922. – 98 p. – Режим доступу: <https://www.gutenberg.org/ebooks/45179>
- Locomotive Publishing Company. The Railway Signal and Permanent Way Engineer's Pocket Book. – London: Locomotive Publishing Company, 1912. – 310 p. – Режим доступу: <https://libsysdigi.library.illinois.edu/oca/Books2008-11/railwaysignalper00loco/railwaysignalper00loco.pdf>
- Методичні вказівки до лабораторних та самостійної роботи з дисципліни «ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА РОБОТИЗАЦІЇ» розділ «Рейкові кола». Харків, УкрДУЗТ: 2025. – 44 с.
- Нормали: РЦ 25-ДСП15—ЭТОО-С-93, РЦ 25-ДСП16—ЭТ50-С-93, ТРЦ-ЭТ50 (АЛС 25, 75)-С-96, ТРЦ-АТ (АЛС 25, 50, 75)-С-97, ТРЦ-ЭТОО (АЛС 50)-С-96, ТРЦ-АБТ АТ-97, ТРЦ-АБТ ЭТОО-97, ТРЦ-АБТ ЭТ50-97.
- Методичні вказівки з експлуатації тональних рейкових кіл. ЦШЕОТ-0034.
- Студентська навчальна звітність. Текстова частина (пояснювальна записка). Загальні вимоги до побудови, викладення та оформлення. Методичний посібник з додержання вимог нормоконтролю у студентській навчальній звітності. –Харків, УкрДАЗТ, 2014. 38 с.

Завдання видав _____ Завдання отримав _____
(підпис) (П.І.Б.) (підпис) (П.І.Б.)

ДОДАТОК Б

Вихідні дані

Шифр	Рід тяги	Тип приймача	$F_{\text{клрк}},$ Гц	Тип проекту	$R_{\text{із.мін}},$ Ом×км	$R_{\text{із.}},$ Ом×км	$L_{\text{рл}},$ м	Третій змінний	$F_{\text{нтрк}},$ Гц	$F_{\text{мтрк}},$ Гц	Тип рейок
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
00	=I	ФЧП	50	Рек.	1,0	0,9÷50	600	$R_{\text{кж}(50)} = 1 \div 300 \text{ Ом}$	420	8	P50
01	=I	ІП	50	Рек.	1,0	0,9÷50	1400	$R_{\text{зп}(0,5)} = 0,1 \div 150 \text{ Ом}$	480	12	P65
02	=I	ФЧП	25	Рек.	1,0	0,9÷50	800	$R_{\text{о}(25)} = 1 \div 300 \text{ Ом}$	480	8	P75
03	=I	ФЧП	25	Рек.	1,0	0,9÷50	900	$R_{\text{кж}(25)} = 1 \div 300 \text{ Ом}$	580	12	P50
04	~I	ФЧП	25	Рек.	1,0	0,9÷50	1000	$R_{\text{о}(1,1)} = 0,1 \div 100 \text{ Ом}$	720	8	P65
05	~I	ІП	25	Рек.	1,0	0,9÷50	1500	$R_{\text{зпж}(0,3)} = 0,1 \div 75 \text{ Ом}$	580	12	P75
06	~I	ФЧП	25	Рек.	1,0	0,9÷50	1100	$R_{\text{зп}(0,2)} = 0,1 \div 75 \text{ Ом}$	420	8	P50
07	=I	ФЧП	50	Рек.	1,1	1÷25	1100	$R_{\text{о}(50)} = 1 \div 300 \text{ Ом}$	480	12	P65
08	=I	ІП	50	Рек.	1,1	1÷25	1600	$R_{\text{зпж}(0,5)} = 0,1 \div 150 \text{ Ом}$	420	8	P75
09	=I	ФЧП	25	Рек.	1,1	1÷25	1000	$R_{\text{кж}(25)} = 1 \div 300 \text{ Ом}$	580	12	P50
10	=I	ФЧП	25	Рек.	1,1	1÷25	900	$R_{\text{о}(25)} = 1 \div 300 \text{ Ом}$	720	8	P65
11	~I	ФЧП	25	Рек.	1,1	1÷25	800	$R_{\text{зпж}(1,1)} = 0,1 \div 100 \text{ Ом}$	420	12	P75
12	~I	ІП	25	Рек.	1,1	1÷25	1700	$R_{\text{зп}(0,3)} = 0,1 \div 75 \text{ Ом}$	480	8	P50
13	~I	ФЧП	25	Рек.	1,1	1÷25	600	$R_{\text{п}(0,3)} = 0,1 \div 75 \text{ Ом}$	480	12	P65
14	=I	ФЧП	50	Рек.	0,9	0,8÷25	600	$R_{\text{д}(25)} = 1 \div 300 \text{ Ом}$	580	8	P75
15	=I	ІП	50	Рек.	0,9	0,8÷25	1800	$C_{\text{к}(24 \div 48)} = 1 \div 60 \text{ мкФ}$	580	12	P50
16	=I	ФЧП	25	Рек.	0,9	0,8÷25	800	$R_{\text{кр}(100)} = 1 \div 500 \text{ Ом}$	720	8	P65
17	=I	ФЧП	25	Рек.	0,9	0,8÷25	900	$C_{\text{з}(12)} = 1 \div 36 \text{ мкФ}$	420	12	P75
18	~I	ФЧП	25	Рек.	0,9	0,8÷25	1000	$R_{\text{кж}(150)} = 1 \div 750 \text{ Ом}$	480	8	P50
19	~I	ІП	25	Рек.	0,9	0,8÷25	1900	$R_{\text{о}(200)} = 1 \div 800 \text{ Ом}$	420	12	P65
20	~I	ФЧП	25	Рек.	0,9	0,8÷25	1100	$R_{\text{к1}(0,9)} = 0,1 \div 75 \text{ Ом}$	580	8	P75
21	=I	ФЧП	50	Рек.	1,0	0,8÷25	600	$R_{\text{кр}(25)} = 1 \div 300 \text{ Ом}$	720	12	P50
22	=I	ІП	50	Рек.	1,0	0,8÷25	2000	$R_{\text{зп}(0,5)} = 0,1 \div 150 \text{ Ом}$	580	8	P65
23	=I	ФЧП	25	Рек.	1,0	0,8÷25	800	$C_{\text{з}(12)} = 1 \div 36 \text{ мкФ}$	420	12	P75

Продовження додатка Б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
24	=I	ФЧП	25	Рек.	1,0	0,8÷25	900	$R_{KP(100)} = 1 \div 500 \text{ Ом}$	480	8	P50
25	~I	ФЧП	25	Рек.	0,9	0,8÷25	800	$R_{O(1,1)} = 0,1 \div 100 \text{ Ом}$	580	12	P65
26	~I	ІП	25	Рек.	0,9	0,8÷25	1800	$R_{3ПЖ(0,3)} = 0,1 \div 75 \text{ Ом}$	420	8	P75
27	~I	ФЧП	25	Рек.	1,0	0,8÷50	1100	$R_{КЖ(150)} = 1 \div 750 \text{ Ом}$	720	12	P50
28	=I	ФЧП	50	Рек.	1,0	0,8÷50	800	$C_{O(8 \div 12)} = 1 \div 60 \text{ мкФ}$	420	8	P65
29	=I	ІП	50	Рек.	1,0	0,8÷50	1800	$R_{3ПЖ(0,5)} = 0,1 \div 150 \text{ Ом}$	420	12	P75
30	=I	ФЧП	25	Рек.	1,1	0,8÷50	1000	$R_{O(25)} = 1 \div 300 \text{ Ом}$	580	8	P50
31	=I	ФЧП	25	Рек.	0,9	0,8÷50	600	$R_{КЖ(25)} = 1 \div 300 \text{ Ом}$	420	12	P65
32	~I	ФЧП	25	Рек.	1,1	0,8÷50	800	$R_{КЖ(150)} = 1 \div 750 \text{ Ом}$	720	8	P75
33	~I	ІП	25	Рек.	0,9	0,8÷50	1500	$R_{3ПР(0,3)} = 0,1 \div 75 \text{ Ом}$	580	12	P50
34	~I	ФЧП	25	Рек.	1,1	0,8÷50	1100	$R_{3ПЖ(0,5)} = 0,1 \div 75 \text{ Ом}$	420	8	P65
35	=I	ФЧП	50	Рек.	0,9	0,8÷50	1000	$C_{P(4-8)} = 1 \div 40 \text{ мкФ}$	480	12	P75
36	=I	ФЧП	50	Рек.	0,9	0,8÷50	600	$R_{Д(25)} = 1 \div 300 \text{ Ом}$	580	8	P50
37	=I	ІП	50	Рек.	0,9	0,8÷50	1800	$C_{K(24 \div 48)} = 1 \div 60 \text{ мкФ}$	580	12	P65
38	=I	ФЧП	25	Рек.	0,9	0,8÷50	800	$R_{KP(100)} = 1 \div 500 \text{ Ом}$	720	8	P75
39	=I	ФЧП	25	Рек.	0,9	0,8÷50	900	$C_{3(12)} = 1 \div 36 \text{ мкФ}$	420	12	P50
40	~I	ФЧП	25	Рек.	0,9	0,8÷50	1000	$R_{КЖ(150)} = 1 \div 750 \text{ Ом}$	480	8	P65
41	~I	ІП	25	Рек.	0,9	0,8÷50	1900	$R_{O(200)} = 1 \div 800 \text{ Ом}$	420	12	P75
42	~I	ФЧП	25	Рек.	0,9	0,8÷50	1100	$R_{K1(0,9)} = 0,1 \div 75 \text{ Ом}$	580	8	P50
43	=I	ФЧП	50	Рек.	1,0	0,7÷50	800	$C_{O(8 \div 12)} = 1 \div 60 \text{ мкФ}$	420	8	P65
44	=I	ІП	50	Рек.	1,0	0,7÷50	1800	$R_{3ПЖ(0,5)} = 0,1 \div 150 \text{ Ом}$	420	12	P75
45	=I	ФЧП	25	Рек.	1,1	0,7÷50	1000	$R_{O(25)} = 1 \div 300 \text{ Ом}$	580	8	P50
46	=I	ФЧП	25	Рек.	0,9	0,7÷50	600	$R_{КЖ(25)} = 1 \div 300 \text{ Ом}$	420	12	P65
47	~I	ФЧП	25	Рек.	1,1	0,7÷50	800	$R_{3ПЖ(0,5)} = 0,1 \div 75 \text{ Ом}$	720	8	P75
48	~I	ІП	25	Рек.	0,9	0,7÷50	1500	$R_{3ПР(0,3)} = 0,1 \div 75 \text{ Ом}$	580	12	P50
49	~I	ФЧП	25	Рек.	1,1	0,7÷50	1100	$R_{3ПЖ(0,5)} = 0,1 \div 75 \text{ Ом}$	420	8	P65
50	=I	ФЧП	50	Рек.	1,0	0,7÷50	600	$R_{КЖ(50)} = 1 \div 300 \text{ Ом}$	420	8	P75
51	=I	ІП	50	Рек.	1,0	0,7÷50	1400	$R_{3ПР(0,5)} = 0,1 \div 150 \text{ Ом}$	480	12	P50

Продовження додатка Б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
52	=I	ФЧП	25	Рек.	1,0	0,7÷50	800	$R_{O(25)} = 1 \div 300 \text{ Ом}$	480	8	P65
53	=I	ФЧП	25	Рек.	1,0	0,7÷50	900	$R_{КЖ(25)} = 1 \div 300 \text{ Ом}$	580	12	P75
54	~I	ФЧП	25	Рек.	1,0	0,7÷50	1000	$R_{П(1,1)} = 0,1 \div 100 \text{ Ом}$	720	8	P50
55	~I	ІП	25	Рек.	1,0	0,7÷50	1500	$R_{ЗПЖ(0,3)} = 0,1 \div 75 \text{ Ом}$	580	12	P65
56	~I	ФЧП	25	Рек.	1,0	0,7÷50	1100	$R_{ЗПР(0,2)} = 0,1 \div 75 \text{ Ом}$	420	8	P75
57	=I	ФЧП	50	Рек.	1,0	0,7÷50	600	$R_{КР(25)} = 1 \div 300 \text{ Ом}$	720	12	P50
58	=I	ІП	50	Рек.	1,0	0,7÷50	2000	$R_{ЗПР(0,5)} = 0,1 \div 150 \text{ Ом}$	580	8	P65
59	=I	ФЧП	25	Рек.	1,0	0,7÷50	800	$C_{3(12)} = 1 \div 36 \text{ мкФ}$	420	12	P75
60	=I	ФЧП	25	Рек.	1,0	0,7÷50	900	$R_{КР(100)} = 1 \div 500 \text{ Ом}$	480	8	P50
61	~I	ФЧП	25	Рек.	0,9	0,7÷50	800	$R_{П(1,1)} = 0,1 \div 100 \text{ Ом}$	580	12	P65
62	~I	ІП	25	Рек.	0,9	0,8÷30	1800	$R_{ЗПЖ(0,3)} = 0,1 \div 75 \text{ Ом}$	420	8	P75
63	~I	ФЧП	25	Рек.	1,0	0,8÷30	1100	$R_{КЖ(150)} = 1 \div 750 \text{ Ом}$	720	12	P50
64	=I	ФЧП	50	Рек.	1,1	0,8÷30	1100	$R_{O(50)} = 1 \div 300 \text{ Ом}$	480	12	P65
65	=I	ІП	50	Рек.	1,1	0,8÷30	1600	$R_{ЗПЖ(0,5)} = 0,1 \div 150 \text{ Ом}$	420	8	P75
66	=I	ФЧП	25	Рек.	1,1	0,8÷30	1000	$R_{КЖ(25)} = 1 \div 300 \text{ Ом}$	580	12	P50
67	=I	ФЧП	25	Рек.	1,1	0,8÷30	900	$R_{O(25)} = 1 \div 300 \text{ Ом}$	720	8	P65
68	~I	ФЧП	25	Рек.	1,1	0,8÷30	800	$R_{ЗПЖ(1,1)} = 0,1 \div 100 \text{ Ом}$	420	12	P75
69	~I	ІП	25	Рек.	1,1	0,8÷30	1700	$R_{ЗПР(0,3)} = 0,1 \div 75 \text{ Ом}$	480	8	P50
70	~I	ФЧП	25	Рек.	1,1	0,8÷30	600	$R_{П(0,3)} = 0,1 \div 75 \text{ Ом}$	480	12	P65
71	=I	ФЧП	50	Рек.	0,9	0,8÷30	600	$R_{Д(25)} = 1 \div 300 \text{ Ом}$	580	8	P75
72	=I	ІП	50	Рек.	0,9	0,8÷30	1800	$C_{К(24 \div 48)} = 1 \div 60 \text{ мкФ}$	580	12	P50
73	=I	ФЧП	25	Рек.	0,9	0,8÷30	800	$R_{КР(100)} = 1 \div 500 \text{ Ом}$	720	8	P65
74	=I	ФЧП	25	Рек.	0,9	0,8÷30	900	$C_{3(12)} = 1 \div 36 \text{ мкФ}$	420	12	P75
75	~I	ФЧП	25	Рек.	0,9	0,8÷30	1000	$R_{ЗПЖ(1,1)} = 0,1 \div 5 \text{ Ом}$	480	8	P50
76	~I	ІП	25	Рек.	0,9	0,8÷30	1900	$R_{O(200)} = 1 \div 800 \text{ Ом}$	420	12	P65
78	~I	ФЧП	25	Рек.	0,9	0,8÷30	1100	$R_{К1(0,9)} = 0,1 \div 75 \text{ Ом}$	580	8	P75
79	=I	ФЧП	50	Рек.	1,0	0,8÷30	600	$R_{КЖ(50)} = 1 \div 300 \text{ Ом}$	420	8	P50
80	=I	ІП	50	Рек.	1,0	0,8÷30	1400	$R_{ЗПР(0,5)} = 0,1 \div 150 \text{ Ом}$	480	12	P65

Продовження додатка Б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
81	=I	ФЧП	25	Рек.	1,0	0,8÷30	800	$R_{O(25)} = 1 \div 300 \text{ Ом}$	480	8	P75
82	=I	ФЧП	25	Рек.	1,0	0,8÷30	900	$R_{КЖ(25)} = 1 \div 300 \text{ Ом}$	580	12	P50
83	~I	ФЧП	25	Рек.	1,0	0,8÷50	1000	$R_{O(1,1)} = 0,1 \div 100 \text{ Ом}$	720	8	P65
84	~I	ІП	25	Рек.	1,0	0,8÷50	1500	$R_{ЗПЖ(0,3)} = 0,1 \div 75 \text{ Ом}$	580	12	P75
85	~I	ФЧП	25	Рек.	1,0	0,8÷50	1100	$R_{ЗПР(0,2)} = 0,1 \div 75 \text{ Ом}$	420	8	P50
86	=I	ФЧП	50	Рек.	1,0	0,8÷50	600	$R_{КР(25)} = 1 \div 300 \text{ Ом}$	720	12	P65
87	=I	ІП	50	Рек.	1,0	0,8÷50	2000	$R_{ЗПР(0,5)} = 0,1 \div 150 \text{ Ом}$	580	8	P75
88	=I	ФЧП	25	Рек.	1,0	0,8÷50	800	$C_{3(12)} = 1 \div 36 \text{ мкФ}$	420	12	P50
89	=I	ФЧП	25	Рек.	1,0	0,8÷50	900	$R_{КР(100)} = 1 \div 500 \text{ Ом}$	480	8	P65
90	~I	ФЧП	25	Рек.	0,9	0,8÷50	800	$R_{O(1,1)} = 0,1 \div 100 \text{ Ом}$	580	12	P75
91	~I	ІП	25	Рек.	0,9	0,8÷50	1800	$R_{ЗПЖ(0,3)} = 0,1 \div 75 \text{ Ом}$	420	8	P50
92	~I	ФЧП	25	Рек.	1,0	0,8÷50	1100	$R_{КЖ(150)} = 1 \div 750 \text{ Ом}$	720	12	P65
93	=I	ФЧП	50	Рек.	1,0	0,8÷50	800	$C_{O(8 \div 12)} = 1 \div 60 \text{ мкФ}$	420	8	P75
94	=I	ІП	50	Рек.	1,0	0,8÷50	1800	$R_{ЗПЖ(0,5)} = 0,1 \div 150 \text{ Ом}$	420	12	P50
95	=I	ФЧП	25	Рек.	1,1	0,8÷50	1000	$R_{O(25)} = 1 \div 300 \text{ Ом}$	580	8	P65
96	=I	ФЧП	25	Рек.	0,9	0,8÷50	600	$R_{КЖ(25)} = 1 \div 300 \text{ Ом}$	420	12	P75
97	~I	ФЧП	25	Рек.	1,1	0,8÷50	800	$R_{КЖ(150)} = 1 \div 750 \text{ Ом}$	720	8	P50
98	~I	ІП	25	Рек.	0,9	0,8÷50	1500	$R_{ЗПР(0,3)} = 0,1 \div 75 \text{ Ом}$	580	12	P65
99	~I	ФЧП	25	Рек.	1,1	0,8÷25	1100	$R_{ЗПЖ(0,5)} = 0,1 \div 75 \text{ Ом}$	420	8	P75

Пояснення щодо третього змінного параметра:

- $R_{КР}$, $R_{КЖ}$ - опір кабелю, відповідно, на релейному та живлячому кінцях;
- $R_{ЗПР}$, $R_{ЗПЖ}$ – опір з'єднувальних проводів, відповідно, на релейному та живлячому кінцях;
- інші елементи мають відповідне позначення у принципових схемах РК.

У дужках позначено номінальне значення параметра, а після знака дорівнює діапазону зміни для проведення дослідження.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для виконання практичних робіт, курсового та дипломного
проєктування, самостійної роботи з освітньої компоненти

«ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ»

Відповідальний за випуск Змій С. О.

Редактор Ібрагімова Н. В.

Підписано до друку 11.11.2025 р.

Умовн. друк. арк. 1,0. Тираж . Замовлення № .

Видавець та виготовлювач Український державний університет
залізничного транспорту,

61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха,7.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.