

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Електротехнічний факультет
Кафедра: Електричної інженерії

ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ ТА МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ
РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ (РГР)

з дисципліни «Системи керування електроприводами»
для студентів спеціальності G3 Електрична інженерія (за старим переліком
спеціальностей 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка)

Розробив: к.т.н., доц. Осадчук Ю.Г.

Кривий Ріг
2025

Варіанти завдань та методичні вказівки до виконання РГР з навчальної дисципліни «Системи керування електроприводами» для здобувачів в галузі знань: G Інженерія, виробництво та будівництво; спеціальність: G3 Електрична інженерія (за старим переліком спеціальностей 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка), КНУ, 2025. - 16 с.

Розробник:

Осадчук Ю.Г. – канд. техн. наук, доцент кафедри електричної інженерії.

Рецензент:

Сінчук О.М. – завідувач кафедри електричної інженерії, д-р техн. наук, професор.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри електричної інженерії

Протокол №1 від 28 серпня 2025 року

Завідувач кафедри _____ О.М. Сінчук

Схвалено Вченою радою електротехнічного факультету

Протокол №1 від 30 серпня 2025 року.

Голова _____ В.О. Федотов

Схвалено групою забезпечення ОПП

Протокол № 1 від 26 серпня 2025 року

Гарант ОПП _____ Пересунько І.І.

(підпис)

ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

В теперішній розробці міститься 25 варіантів завдань на розрахунково-графічну роботу (РГР). Кількість варіантів може бути збільшена зміною окремих пунктів завдання.

Варіант завдання студенту видається викладачем, який веде курс. Довільний вибір варіанту або зміна умов завдання не допускається.

При виконанні РГР необхідно керуватися наступними положеннями. РГР виконується в окремому зошиті. На титульній сторінці вказуються прізвище, ім'я, по-батькові, група, шифр, дисципліна, номер контрольної роботи та варіант. Текстовий і розрахунковий матеріал пишеться ручкою. Графічна частина виконується із застосуванням інструментів для креслення, графіки приводяться на міліметровому папері у вигляді вклеювань. При цьому графіки будуються в абсолютних одиницях із вказуванням заданих та інших характерних розрахункових величин, наприклад, номінальних швидкостей, струмів, моментів тощо.

Всі розрахунки виконуються з точністю до третього знаку після коми із вказуванням розмірностей всіх фізичних величин, що входять у відповідні співвідношення. Розрахунки кривих приводяться як мінімум для трьох точок, а результати по проміжним точкам заносяться до таблиці. Арифметична правильність обчислень - це обов'язкова умова для отримання заліку по роботі.

Розрахунки виконуються в міжнародній системі одиниць, а графіки і схеми - у відповідності з діючими стандартами.

В кінці кожної роботи приводиться список використаної літератури, ставиться підпис студента і дата виконання роботи.

Виконані роботи представляються студентом до захисту в терміни, що встановлені графіком учбового процесу.

Додатковий перелік тем (варіантів вихідних даних) для РГР.

1. Синтез оптимальної системи керування трамваю.
2. Синтез оптимальної системи керування тролейбусом.
3. Синтез оптимальної системи керування швидкісного трамваю.
4. Система керування шахтним електровозом в умовах ш. Гвардійська Криворізького залізничного комбінату (КЗРК).
5. Система керування шахтним електровозом в умовах ш. Родіна КЗРК.
6. Система керування кар'єрними електровозами в умовах Центрального гірничо-збагачувального комбінату (ЦГЗК).
7. Система керування кар'єрними електровозами в умовах Південного ГЗК.
8. Системи керування великовантажних кар'єрних самоскидів в умовах Північного ГЗК.
9. Системи керування великовантажних кар'єрних самоскидів в умовах Інгулецького ГЗК.
10. Системи керування залізничними електровозами.
11. Система керування доменним під'ємником в умовах ДЦ2 ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг».
12. Системи керування клітьовими та скіповими під'ємниками шахт.
13. Синтез оптимальної системи керування електромобілями.

Примітка. Назви тем та вихідні данні уточнюються для кожного здобувача за умови врахування вимог зацікавлених підприємств і організацій. Вищеназвані теми проектування, а також варіації показників якості можуть бути застосовані для багатьох підприємств Кривбасу і України, які використовують тяговий електропривод в технологічній ланці виробничого процесу.

Методичні рекомендації

Пояснювальна записка до РГР містить такі розділи.

Реферат.

Вступ.

1. Технологічна частина.
2. Вибір електрообладнання і розрахунок характеристик розімкнутої системи.
3. Обґрунтування, розрахунок варіанту оптимізованої структури приводу.
4. Складання структурної схеми системи регулювання, аналіз статичних та динамічних показників оптимізованої системи.
5. Складання схеми ланцюгів захисту і управління. Синтез принципової схеми приводу.
6. Розробка спеціального питання РГР (якщо задається).
7. Загальні висновки по РГР.

Література.

Додатки.

Графічна частина РГР містить такі креслення:

Технологічна схема.

Статичні та динамічні характеристики розімкнутої системи.

Структурна схема автоматичного керування.

Статичні та динамічні характеристики замкнутої системи.

Принципова схема електроприводу з розробкою спеціального питання (якщо задається).

Структура РГР

1. Вихідні дані для проектування

У завданні наводяться наступні основні вихідні дані:

1.1 Тип приводу.

1.2 Потужність і частота обертів.

1.3 Діапазон регулювання частоти обертання і межі зміни статичного навантаження.

1.4 Момент інерції механізму, приведений до валу двигуна.

1.5 Точність стабілізації або стеження.

1.6 Допустиме перерегулювання і максимальний час перехідного процесу.

1.7 Допустиме прискорення (уповільнення) приводу, допустимі перевантаження і необхідність струмообмеження.

Крім того наводяться додаткові вихідні дані:

- режим роботи;
- необхідність реверсу;
- характеристика мережі живлення;
- необхідні види захистів;
- особливості умов роботи.

2 Завдання на РГР і зміст розрахункової записки

2.1 У РГР необхідно:

2.1.1 Вибрати систему електроприводу відповідно до поставлених вимог - діапазоном регулювання, статизмом, швидкодією, формою механічної характеристики і т.п. (Система електроприводу може бути задана керівником).
 $Об'єм \approx 3\%$.

2.1.2 Вибрати силове електрообладнання. При цьому потужність двигуна, частота обертання, діапазон зміни статичного навантаження заздалегідь задані і розрахунку не підлягають. З урахуванням вимог п.3.1.1 вибираються рід струму, тип двигуна і відповідний двигуну перетворювач. Об'єм $\approx 4\%$.

2.1.3 Скласти структурну схему незмінної частини електроприводу, обґрунтувати систему регулювання. Визначити набір зворотних зв'язків, передавальних функцій регуляторів і т.п. Об'єм $\approx 4\%$.

2.1.4 Вибрати типові регулятори для прийнятої системи регулювання. Об'єм $\approx 4\%$.

2.1.5 Скласти принципову схему керування електроприводом на підставі даних, отриманих в п. 3.1.3, 3.1.4. Об'єм $\approx 4\%$.

2.1.6 Розрахувати параметри отриманої принципової схеми управління - ділянок напруги (якщо такі є), додаткових резисторів, що погоджують елементів, параметрів ланцюгів зворотних зв'язків і т.п. Всі елементи повинні бути обрані за відповідними каталогами і довідниками із зазначенням номінальних даних, типових позначень і схем включення. Об'єм $\approx 20\%$.

2.1.7 Розрахувати статичні і механічні характеристики для двох граничних значень частоти обертання в заданому діапазоні регулювання. Об'єм $\approx 4\%$.

2.1.8 Оцінити стійкість, скорегувати систему регулювання (якщо це потрібно), розрахувати перехідні процеси для характерних режимів роботи електроприводу і характерних параметрів. В якості останніх можуть бути режими пуску, гальмування, реверсу або накидання навантаження або те й інше разом (режим роботи приймається за вказівкою керівника). Об'єм $\approx 20\%$.

2.1.9 Скласти схему ланцюгів захисту перетворювача, двигуна та схеми управління. Об'єм $\approx 4\%$.

2.1.10 Вибрати апаратуру і уставки захистів схеми управління. Об'єм $\approx 4\%$.

2.1.11 Скласти повну принципову схему САУ. Об'єм $\approx 5\%$.

2.1.12 Розробити спеціальне питання до курсового проекту (задається керівником). Об'єм $\approx 7\%$.

2.1.13 Зробити висновки. Об'єм $\approx 2\%$.

2.1.14 Графічна частина. Об'єм $\approx 10\%$.

2.1.15 Оформлення. Об'єм $\approx 5\%$.

Оцінка стійкості і оцінка якості перехідних процесів для випадки стрибкоподібного додатки впливу проводиться одним з аналітичних, частотних або графо - аналітичних методів. Перехідні процеси для всіх характерних режимів роботи і параметрів відповідно до завдання можуть розраховуватися на ЦВМ за допомогою спеціальних програм або самостійно.

2.2 Зміст розрахунково-пояснювальної записки

Наведене нижче зміст розрахунково-пояснювальної записки дано на прикладі проектування системи ТП-Д з підлеглим регулюванням.

Зміст записки:

- титульна сторінка;
- реферат;
- ключові слова;
- зміст;
- вихідні дані.

- 1) Введення.
- 2) Вибір системи електроприводу.
- 3) Вибір силового електрообладнання та розрахунок параметрів силових ланцюгів.
- 4) Складання структурної схеми САУ.
 - 4.1) Складання структурної схеми незмінної частини САУ, визначення її передавальних функцій.
 - 4.2) Визначення передавальних функцій регуляторів і елементів.
- 5) Розрахунок параметрів регуляторів. Вибір регуляторів.
 - 5.1) Розрахунок і вибір регулятора струму.
 - 5.2) Розрахунок і вибір параметрів регулятора швидкості.
 - 5.3) Розрахунок і вибір параметрів задатчика інтенсивності.
- 6) Розрахунок статичних швидкісних і механічних характеристик.
- 7) Розрахунок перехідних процесів для характерних режимів роботи, зіставлення і оцінка показників регулювання.
- 8) Складання схеми ланцюгів захисту і управління.
 - 8.1) Складання схеми ланцюгів захисту і управління, розрахунок установок.
 - 8.2) Вибір релейно-контакторної апаратури захисту і управління.
- 9) Складання принципової схеми САУ, короткий опис її роботи.
- 10) Розробка спеціального питання курсового проекту.
- 11) Висновки.
- 12) Список використаної літератури.

У разі проектування інших систем структурна схема приводу може відрізнятися від структури ТП-Д з підлеглим регулюванням. Наприклад, для системи регулювання з загальним суматором зміст гл.5 може бути приведено в наступному вигляді:

5) Розрахунок параметрів системи регулювання.

5.1) Розрахунок і вибір параметрів головною і додаткових, зворотних зв'язків.

5.2) Оцінка стійкості системи регулювання.

5.3) Вибір коригувальних пристроїв.

5.4) Розрахунок і вибір параметрів пристрою, що задає.

Можливі й інші відступи від рекомендованого змісту. Якщо паралельно з виконанням завдання по курсовому проектування вирішуються завдання відповідно до завдання по НДРС, цей матеріал може бути, або розосереджений по главам, або виділений в окрему додаткову главу.

3 Черговість проектування систем автоматичного управління електроприводами

3.1 Проаналізувати технічне завдання і з'ясувати вихідні дані для вибору САУ: режим роботи приводу, діапазони регулювання швидкості, вимоги до точності в встановлених і перехідних режимах, характерні обурення, мета управління (стабілізація будь-якої величини, складання і т.п.), особливості зовнішніх умов роботи приводу.

3.2 Вибрати систему електроприводу, найбільш повно відповідає сформульованим вимогам.

3.3 Вибрати електродвигун з урахуванням режиму роботи систем електроприводу.

3.4 Відповідно до заданими показниками якості управління і параметрами двигуна, наведеними в п. 4.3, вибрати перетворювач з урахуванням особливостей управління, можливості резервування, умов середовища, джерел живлення і т.п. Вибрати також елементи головного ланцюга (згладжують дроселі, реактори і т.д.).

3.5 Розрахувати параметри силових ланцюгів (R_0 , L_0), а також коефіцієнти посилення і постійні часу структурної схеми незмінної частини приводу.

3.6 Скласти структурну схему САУ, намітити необхідні і додаткові зворотні зв'язки. Визначити коефіцієнт посилення системи по необхідній точності регулювання, вияснити можливості реалізації отриманого коефіцієнта в даній системі електроприводу.

У разі використання в проекті системи з підлеглим регулюванням визначити спосіб оптимізації.

3.7 Визначити передавальні функції всіх елементів САУ і регуляторів.

3.8 Скласти повну структурну схему САУ з урахуванням вимозі пред'являються до електроприводу.

3.9 Розрахувати параметри регуляторів і зробити їх вибір. Звернути увагу на обмеження струму, моменту, швидкості.

3.10 Розрахувати і побудувати статичні механічні (швидкісні) характеристики для заданого діапазону регулювання.

3.11 Розрахувати перехідні процеси для характерних режимів роботи приводу.

3.12 Скласти схему ланцюгів захисту і управління.

3.13 Вибрати релейно-контакторну апаратуру ланцюгів захисту і управління.

3.14 Скласти принципову схему системи автоматичного керування електроприводом і специфікацію її елементів.

3.15 Виконати опрацювання спеціального питання РГР.

Варіанти завдань та методичні матеріали до виконання контрольних робіт №2 та №3 (таблиці 2, 2А-6).

Таблиця 2
Варіанти завдань

№ Вар.	$\Delta_{\Sigma}, \%$	Д	Система зв'язків
1	5	8	W
2	3	6	W
3	5	7	W
4	4	10	U, I (EPC)
5	5	9	W
6	3	7	U, I (EPC)
7	5	6	W
8	2,5	2	W
9	4	8	W
10	3,5	6	U, I (EPC)
11	5	12	W
12	4	6	W
13	2	2	U, I (EPC)
14	4	9	W
15	3	11	W
16	5	7	U, I (EPC)
17	4	8	U, I (EPC)
18	3	10	W
19	4	10	W
20	5	13	W
21	2	5	W
22	5	12	U, I (EPC)
23	3	7	W
24	4	6	U, I (EPC)
25	5	9	W

Таблиця 2-А Паспортні данні двигунів постійного струму

№ Варіанта	Тип двигуна	P_n , кВт	U_n , В	n_n , $\frac{\text{об}}{\text{хв}}$	I_n , А	$(R_d + R_{dl})_{\text{хол'}}$, Ом	J_n , кГм ²	2Р	n_{max} , $\frac{\text{об}}{\text{хв}}$	$i_{\text{вн}}$, А	$r_{\text{ов}}$, Ом
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	П 31	3,2	220	3000	17,5	0,642	0,09	2	3000	0,62	285
2	П 32	4,5	220	3000	24,3	0,352	0,116	2	3000	0,65	270
3	П 41	6,0	220	3000	33,0	0,36	0,15	4	3000	0,60	260
4	П 51	11,0	220	3000	59,0	0,121	0,06	4	3000	1,42	124
5	П 61	19,0	220	3000	98,6	0,054	0,14	4	3000	1,15	149
6	П 71	32,0	220	3000	168,0	0,045	0,25	4	3000	1,72	100
7	П 52	8,0	220	1500	43,5	0,269	0,4	4	3000	1,11	150
8	П 61	11,0	220	1500	59,5	0,187	0,56	4	2250	1,25	133
9	П 62	14,0	220	1500	73,5	0,128	0,65	4	2250	1,44	166
10	П 71	19,0	220	1500	103,0	0,124	1,4	4	2250	20,4	76,8
11	П 72	25,0	220	1500	132,0	0,083	1,6	4	2250	2,34	67,0
12	П 81	32,0	220	1500	166,0	0,075	2,7	4	2250	1,64	95,5
13	П 62	42,0	220	1500	218,0	0,046	3,1	4	2250	3,69	40,4

Продовження таблиці 2-А

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
14	П 91	55,0	220	1500	287,0	0,026	5,9	4	2250	4,39	35,8
15	П 52	4,5	110	1000	50,5	0,212	0,1	4	2000	1,45	62
16	П 61	6,0	110	1000	66	0,11	0,14	4	2000	1,78	49
17	П 62	8,0	110	1000	88	0,07	0,16	4	2000	1,2	71,5
18	П 71	11,0	110	1000	126,5	0,082	0,25	4	2000	3,4	25
19	П 71	10,0	220	1000	63,0	0,3	1,4	4	2000	1,85	85
20	П 72	12,5	220	1000	78,0	0,237	1,6	4	2000	2,34	108
21	П 81	19,0	220	1000	105,0	0,144	2,7	4	2000	1,64	96,2
22	П 82	25,0	220	1000	133,0	0,081	3,1	4	2000	3,89	40,4
23	П 62	6,0	220	750	33,5	0,531	0,65	4	1520	1,08	154
24	П 72	10,0	220	750	58,0	0,357	1,6	4	1500	1,69	92,5
25	П 82	19,0	220	750	93,0	0,143	3,1	4	1500	3,89	40,4

Таблиця 3

Силові трифазні трансформатори, сухі, серії ТС, ТСЗ ті ТТ, частота 50 Гц

Тип	S_n , кВа	Напруга		Втрати		U_K , %
		U_{1n} , В	U_{2n} , В	P_0 , Вт	P_K , Вт	
ТС-10	10	$380 \pm 5\%$	230/133	155	333	4,8
ТС-10	10	$500 \pm 5\%$	400/230	155	333	4,8
ТС-16	16	$380 \pm 5\%$	230/133	213	529	4,6
ТС-16	16	$500 \pm 5\%$	400/230	213	529	4,6
ТС-25	25	$380 \pm 5\%$	230/133	300	670	5,1
ТС-25	25	$500 \pm 5\%$	400/230	300	670	5,1
ТС-40	40	$380 \pm 5\%$	230/133	480	745	4,12
ТС-40	40	$500 \pm 5\%$	400/230	480	745	4,12
ТС-63	63	$380 \pm 5\%$	230/133	605	1302	4,36
ТС-63	63	$500 \pm 5\%$	400/230	605	1302	4,36
ТС-100	100	$380 \pm 5\%$	230/133	1075	1960	4,83
ТС-100	100	$500 \pm 5\%$	400/230	1075	1960	4,83
ТС-160	160	$380 \pm 5\%$	230/133	1604	2410	4,3
ТС-160	160	$500 \pm 5\%$	400/230	1604	2410	4,3
ТСЗ-4	4	380	230/133	60	140	3,7

Тип	S_n , кВА	Напруга		Втрати		U_K , %
		U_{1n} , В	U_{2n} , В	P_0 , Вт	P_K , Вт	
ТСЗ-4	4	500	400/230	60	140	3,7
ТСЗ-7,5	7,5	380	230/133	97,5	217,5	3,6
ТСЗ-7,5	7,5	500	400/230	97,5	217,5	3,6
ТСЗ-35	35	380	230/133	315	875	3,7
ТСЗ-35	35	500	400/230	315	875	3,7
ТСЗ-50	50	380	230/133	400	1200	3,7
ТСЗ-50	50	500	400/230	400	1200	3,7

Примітка: схема з'єднання обмоток: Первинних – Y Вторинних - Y_0/Δ

ТГ-2,5	2,5	220/380	104 ± 3	35	110	4
ТГ-6	6	220/380	104 ± 3	78	250	6
ТГ-6	6	220/380	208 ± 7	78	250	6

Продовження таблиці 3

Тип	$S_{\text{н}},$ кВА	Напруга		Втрати		$U_{\text{к}},$ %
		$U_{1\text{н}},$ В	$U_{2\text{н}},$ В	$P_{0},$ Вт	$P_{\text{к}},$ Вт	
ТГ-6	8	220/380	208 ± 7	105	290	8
ТГ-6	8	220/380	260 ± 8	105	290	8
ТГ-11	11	220/380	260 ± 8	138	330	8
ТГ-11	11	220/380	416 ± 13	138	330	8
ТГ-14	14	220/380	208 ± 7	168	390	8
ТГ-14	14	220/380	416 ± 13	168	390	8
ТГ-19	19	220/380	260 ± 8	210	420	8
ТГ-19	19	220/380	416 ± 13	210	420	8
ТГ-25	25	220/380	260 ± 8	230	535	8
ТГ-25	25	220/380	416 ± 13	230	535	8

Таблиця 4

Реактори для тиристорного електропривода постійного струму

Тип реактора	Індуктивність	Номінальний струм
	$L, \text{ мГн}$	$I_{\text{ном}}, \text{ А}$
Згладжуючі реактори типу ФРОС		
ФРОС-8/0,5	20,00	136
ФРОС-8/0,5	2,70	258
ФРОС-8/0,5	4,00	200
ФРОС-8/0,5	15,30	48
ФРОС-8/0,5	25,00	35
Сухі струмообмежувальні реактори типу РОС		
РОС-16/0,5	20,00	160
РОС-16/0,5	40,00	160
РОС-32/0,5-Т	9,35	320

Продовження таблиці 4

Тип реактора	Індуктивність	Номінальний струм
	L, мГн	$I_{ном}, A$
POC-50/0,5-T	6,0	500
POC-60/0,5-T	3,75	800
POC-100/0,5-T	12,00	500
POC-64/0,5-T	18,75	320
POC-160/0,5-T	7,50	800
Сухі трифазні струмообмежуючі реактори типу РТСТ		
РТСТ-20,5	1,085	20,5
РТСТ-20,5	2,02	20,5
РТСТ-41	0,542	41
РТСТ-41	0,763	41
РТСТ-41	1,01	41
РТСТ-82	0,382	82
РТСТ-82	0,505	82
РТСТ-165	0,19	165
РТСТ-165	0,251	165
РТСТ-265	0,1182	265
РТСТ-265	0,156	265
РТСТ-410	0,0763	410
РТСТ-410	0,101	410
РТСТ-660	0,0482	660
РТСТ-660	0,0637	660
Дроселі серії ДФ		
ДФ-7	62,5	20,0
ДФ-7	15	40,0
ДФ-7	10	50,0

Продовження таблиці 4

Тип реактора	Індуктивність	Номінальний струм
	L, мГн	$I_{ном}$, А
ДФ-7	1,1	150,0
ДФ-2	500	250,0
ДФ-1	250	25,0

Таблиця 5

Комплектні тиристорні перетворювачі серії КІПТ

Тип перетворювача	$I_{дн}$, А	$U_{дн}$, В	Тип трансформатора,(реактора)	K_T	R_T , Ом	X_T , Ом	U_x , %
1	2	3	4	5	6	7	8
КІПТН-230/40-ТМ	40	230	ТСТО-230/40-МІ	1,86	0,059	0,063	2,44
КІПТН-230/63-ТМ	63	230	ТСТО-230/100-МІ	1,82	0,065	0,059	3,80
КІПТН-230/100-ТМ	100	230	ТСТО-230/100-МІ	1,82	0,065	0,059	3,80
КІПТН-230/160-ТМ	160	230	ТСТО-230/100-МІ	1,80	0,023	0,065	4,75
КІПТН-230/250-ТМ	250	230	ТСТО-230/160-МІ	1,79	0,014	0,050	5,70
КІПТН-230/320-ТМ	320	230	ТСТО-237/250-МІ	1,78	0,0068	0,031	5,30
КІПТР-115/40-ТН	40	115	ТСТО-230/40-НІ	1,73	0,0059	0,033	6,6
КІПТР-115/63-ТН	63	115	ТСТО-115/63-НІ	1,68	0,17	0,039	3,10
КІПТР-115/100-ТН	100	115	ТСТО-115/100-НІ	1,60	0,11	0,071	„4
КІПТР-115/160-ТН	160	115	ТСТО-115/160-НІ	1,58	0,026	0,068	4,9
КІПТР-115/250-ТН	250	115	ТСТО-115/250-НІ	1,69	0,014	0,047	5,1
КІПТР-230/40-ТМ	40	230	ТСТО-230/40-МІ	1,86	0,059	0,063	2,44
КІПТР-230/40-ТН	40	230	ТСТО-230/63-МІ	0,82	0,32	0,023	3,4
КІПТР-230/63-ТМ	63	230	ТСТО-230/63-МІ	1,82	0,065	0,059	3,8
КІПТР-230/63-ТН	63	230	ТСТО-230/63-НІ	0,79	0,14	0,040	5,6

Продовження таблиці 5

1	2	3	4	5	6	7	8
КПТР-230/100-ТМ	100	230	ТСТО-230/100-МІ	1,80	0,023	0,065	4,75
КПТР-230/100-ТН	100	230	ТСТО-230/100-НІ	0,77	0,09	0,030	6,4
КПТР-230/160-ТМ	160	230	ТСТО-230/160-МІ	0,79	0,054	0,017	6,0
КПТР-230/160-ТН	160	230	ТСТО-230/160-НІ	0,79	0,054	0,017	6,0
КПТР-230/250-ТМ	250	230	ТСТО-230/250-МІ	1,8	0,014	0,05	5,7
КПТР-230/250-ТН	250	230	ТСТО-230/250-НІ	0,8	0,020	0,010	5,5
КПТР-230/320-ТМ	320	230	ТСТО-230/320-МІ	1,78	0,007	0,031	5,3
КПТР-230/320-ТН	320	230	ТСТО-230/320-НІ	0,76	0,016	0,12	5,6

Таблиця 6

Комплектні тиристорні електроприводи з природним повітряним охолодженням ВО «Перетворювач», міста Запоріжжя

Тип	$U_{дн}, В$	$I_{дн}, А$	$U_c, В$
Нереверсивні електроприводи			
КТЕ-100/230-1	230	100	0,38
КТЕ-100/230-2	230	100	0,2
КТЕ-320/230-1	230	320	0,38
КТЕ-100/230-2	230	100	0,2
КТЕ-200/230-2	230	200	0,2
КТЕ-320/230-2	230	320	0,2
Реверсивні електроприводи з сумісним управлінням			
КТЕ-100/230-IC	230	100	0,38
КТЕ-200/230-IC	230	200	0,38
КТЕ-200/230-IC	230	200	0,38
КТЕ-320/230-IC	230	320	0,38
КТЕ-100/230-IB	230	100	0,38
КТЕ-200/230-IB	230	200	0,38
КТЕ-320/230-IB	230	320	0,38
КТЕ-200/230-2В	230	200	0,2
КТЕ-320/230-2В	230	320	0,2
Реверсивні електроприводи з роздільним управлінням			
КТЕ-100/230-IP	230	100	0,38
КТЕ-320/230-IP	230	320	0,38
КТЕ-100/230-2P	230	100	0,2
КТЕ-200/230-2P	230	200	0,2
КТЕ-320/230-2P	230	320	0,2

НАВЧАЛЬНА ТА ДОВІДКОВА ЛІТЕРАТУРА

1. Системи керування електроприводами: Підручник / Ю.Г.Осадчук, І.І. Пересунько, Г.І. Ткаченко, В.О. Федотов, Д.О.Кальмус; за ред. д.т.н., проф. О.М. Сінчука – Варшава: iScience Sp. z.o.o. – 2024 – 162 с.
2. Електротехнічні системи автоматичного керування та електроприводи: Навч. посібник / М.Г. Попович , О.Ю. Лозинський , В.Б. Клепиков та ін. ; за ред. М.Г. Поповича , О.Ю. Лозинського. – К.: Лебідь, - 2005. – 680 с.
3. Теорія електропривода./ За ред. М.Г. Поповича. – К.: Вища школа. -1993. – 494с.
4. Основи електроприводу. Виробничих машин і комплексів. Навчальний посібник/ В.Е. Воскобойник , В.А. Борізаї , Р.О. Борєва , О.Ю. Нестереня. – Д.: Національний ТУ «Дніпровська політехніка» , 2021.-254с.
5. Видмиш А. А.. Ярошенко Л. В.. Основи електропривода. Теорія та практика. Частина І. - Вінниця: ВНАУ, 2020. - 387 с.
6. Системи керування електроприводами: Навч. посібник /А.П. Голуб та ін./ -К.:ПМКВО, 1992р.-353с.
7. Голуб А. П. Системи керування електроприводами : навч. посібник / А. П. Голуб, Б. І. Кузнецов, І. О. Опришко, В. П. Соляник. - К.: НМК ВО, 1992. - 352 с.

ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА

1. Регульований електропривод: Підручник / За ред. І.М. Голодного. - К.: Аграр Медіа Груп, 2011. - 513с.
2. Електропривод: Підручник / За ред.. Ю.М.Лавріненка. - К.: Ліра-К, 2009.- 504 с.
3. Перельмутер В.М. Цифрові системи управління тиристорним ЕП. –К.: «Техніка», 1983.
4. Казачковський М.М. Комплектні електроприводи : навчальний посібник / М. М. Казачковський. - Дніпропетровськ : Національний гірничий університет, 2003. - 226 с.