

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО
ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОМЕХАНІКИ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ І СИСТЕМ
УПРАВЛІННЯ



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ЩОДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ
З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«ТЕОРІЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДА (ЧАСТИНА 2)»
ДЛЯ СТУДЕНТІВ ДЕННОЇ ТА ЗАОЧНОЇ ФОРМ НАВЧАННЯ
ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ
141 – «ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА
ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА»
ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ «БАКАЛАВР»

КРЕМЕНЧУК 2019

Методичні вказівки щодо самостійної роботи з навчальної дисципліни «Теорія електропривода (частина 2)» для студентів денної та заочної форм навчання зі спеціальності 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» освітнього ступеня «Бакалавр»

Укладач старш. викл. А. М. Артеменко

Рецензент д. т. н., проф. Д. Й. Родькін

Кафедра систем автоматичного управління та електропривода

Затверджено методичною радою Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського

Протокол № ____ від _____

Голова методичної ради _____ проф. В. В. Костін

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Структура навчальної дисципліни.....	6
2 Перелік тем і питань з навчальної дисципліни для самостійного опрацювання.....	7
3 Питання до модульного контролю.....	10
Список літератури.....	15

ВСТУП

Метою викладання навчальної дисципліни «Теорія електропривода (частина 2)» є набуття студентами знань щодо вивчення теорії електропривода для розв'язання теоретичних і практичних завдань у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

Завданням вивчення навчальної дисципліни є отримання знань для самостійного та інженерного розв'язування технічних задач, пов'язаних з вибором електричного приводу, особливостями розрахунку потужності електричного приводу, електромеханічними перехідними процесами електропривода, розрахунком динамічних характеристик електропривода; сприяння закріпленню та поглибленню теоретичних знань, одержання практичних навичок з цих питань.

У методичних вказівках подані теми самостійної роботи, які не потребують особливого роз'яснення викладача та можуть бути вивчені студентами самостійно за допомогою запропонованої нижче літератури. До кожної теми подані питання для самоперевірки, а також рекомендована література.

Під час підготовки питань для самостійного опрацювання можна використовувати не лише подану літературу, а й інші джерела інформації.

Після вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- принципи аналізу перехідних процесів електропривода з урахуванням характеру моменту навантаження;
- основні методи розрахунку і побудови графіків перехідних процесів електропривода;
- основні енергетичні показники роботи електропривода в динамічних режимах;
- принципи аналізу нагрівання та охолодження електродвигунів у перехідних режимах роботи;

уміти:

- проводити розрахунок і побудову графіків перехідних процесів електроприводів постійного та змінного струму;
- здійснювати обґрунтований вибір системи електропривода з урахуванням теплових процесів в електричних машинах;
- оцінювати експлуатаційні та енергетичні показники роботи систем електропривода в динамічних режимах;
- запропоновувати заходи щодо поліпшення динамічних та енергетичних характеристик систем електропривода.

У разі виникнення труднощів під час підготовки питань для самостійного опрацювання необхідно звернутися за консультацією до викладача. Графік проведення консультацій знаходиться на кафедрі систем автоматичного управління та електропривода.

1 СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна/заочна				
	Усього				
л.		п.	лаб.	інд.	
1	2	3	4	5	6
Змістовий модуль 1					
Тема 1 Перехідні процеси в електроприводі	12/16	2/1	-/-	-/-	10/15
Тема 2 Електромеханічні перехідні процеси	22/23	2/-	-/-	-/-	20/23
Усього за змістовим модулем 1	34/39	4/1	-/-	-/-	30/38
Змістовий модуль 2					
Тема 3 Перехідні процеси в електроприводі постійного струму	32/30	4/1	4/2	4/2	20/25
Тема 4 Перехідні процеси в електроприводі змінного струму	36/35	4/1	4/2	8/2	20/30
Тема 5 Енергетика електропривода	18/16	4/1	2/-	2/-	10/15
Усього за змістовим модулем 2	86/81	12/3	10/4	14/4	50/70
Усього годин	120/120	16/4	10/4	14/4	80/108

2 ПЕРЕЛІК ТЕМ І ПИТАНЬ З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ОПРАЦЮВАННЯ

Тема 1 Перехідні процеси в електроприводі

1. Механічні перехідні процеси.
2. Електромагнітні перехідні процеси.
3. Теплові перехідні процеси.

Питання для самоперевірки

1. Навести класифікацію перехідних процесів в електроприводі.
2. Що розуміють під перехідними процесами електропривода?
3. Що таке електромеханічна постійна часу, яка її розмірність та фізичний сенс?
4. Що таке постійна часу нагрівання, яка її розмірність і фізичний сенс?
5. Які існують способи прискорення електромагнітних перехідних процесів?

Література: [1, с. 226–230; 2, с. 56–68].

Тема 2 Електромеханічні перехідні процеси

1. Частотні методи аналізу.
2. Логарифмічні характеристики окремих ланок.
3. Оцінювання перехідних процесів.

Питання для самоперевірки

1. Які характеристики належать до основних частотних характеристик систем та їх ланок?
2. Надати та пояснити логарифмічну характеристику інтегрувальної ланки.
3. Надати та пояснити логарифмічну характеристику інерційної ланки.
4. Надати та пояснити логарифмічну характеристику з послідовним з'єднанням ланок.
5. Якими величинами характеризується кількісна оцінка перехідного

процесу?

Література: [3, с. 2–9; 4, с. 114–119].

Тема 3 Перехідні процеси в електроприводі постійного струму

1. Електромагнітні перехідні процеси в обмотці збудження в двигунах постійного струму.
2. Перехідні процеси в системі «генератор–двигун».
3. Форсування перехідних процесів у системі «генератор–двигун».

Питання для самоперевірки

1. Який вплив постійної часу обмотки збудження генератора на тривалість перехідних процесів у системі «генератор–двигун»?
2. Як впливає відношення T_M/T_3 на максимальне значення струму в системі «генератор–двигун» у разі ступінчатого вмикання обмотки збудження на постійну напругу?
3. Яка фізична суть форсування перехідних процесів у системі «генератор–двигун» і як воно реалізується практично?
4. Як впливає відношення T_M/T_3 на характер перехідного процесу у разі прямого пуску двигуна постійного струму?
5. У якому випадку перехідний процес у разі прямого пуску двигуна буде аперіодичним, а в якому – коливальним?

Література: [5, с. 108–138; 6, с. 249–254; 7, с. 136–139].

Тема 4 Перехідні процеси в електроприводі змінного струму

1. Аналітичне визначення часу перехідного процесу пуску та гальмування.
2. Перехідні режими електроприводів із синхронними двигунами.
3. Перехідні режими електроприводів із синхронними двигунами зі зміною статичного навантаження.

Питання для самоперевірки

1. Навести та пояснити особливості аналітичного визначення часу

перехідного процесу пуску та гальмування.

2. На які групи поділяють перехідні режими електроприводів із синхронними двигунами?

3. Пояснити роботу синхронного двигуна з накиданням і скиданням навантаження.

4. Пояснити роботу синхронного двигуна з пульсуючим навантаженням.

5. Пояснити криві зміни синхронного та демпфувального моментів синхронного двигуна з накиданням навантаження.

Література: [1, с. 397–426; 6, с. 236–238; 8, с. 130–141].

Тема 5 Енергетика електропривода

1. Постійна нагрівання.

2. Визначення підвищення температури електричної машини.

3. Класи нагрівостійкості ізоляції обмоток електродвигунів.

Питання для самоперевірки

1. Які класи ізоляції сучасних електродвигунів?

2. Яка розрахункова гранична температура охолоджувального повітря встановлена стандартом?

3. Як визначається допустиме перевищення температури електродвигуна над температурою охолоджувального середовища?

4. Які допущення прийнято під час виведення рівнянь нагрівання та охолодження електродвигуна?

5. Які складові рівняння теплового балансу електродвигуна?

6. Що таке стала часу нагрівання електродвигуна? Якими способами можна її визначити?

7. Як визначити сталу часу охолодження двигуна?

Література: [1, с. 434–447; 8, с. 252–288].

3 ПИТАННЯ ДО МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЮ

1. За якими виразами здійснюють аналіз перехідних процесів у двигунах постійного струму незалежного збудження у разі нехтування електромагнітною інерцією?
2. Як можна визначити початкові та кінцеві умови перехідних процесів?
3. Як визначити час перехідного процесу двигуна постійного струму незалежного збудження?
4. Як впливає величина додаткового опору в роторному колі АД на тривалість розгону асинхронного двигуна?
5. Назвіть способи зниження пульсацій електромагнітного моменту АД.
6. Назвіть способи керування перехідними режимами систем електропривода і надайте їх коротку характеристику.
7. Як наявність навантаження на валу АД впливає на тривалість розгону?
8. Які особливості аналізу перехідних процесів?
9. Пояснити особливості розрахунку перехідних процесів.
10. Назвати та пояснити причини виникнення перехідних процесів в електроприводі.
11. Втрати енергії в електроприводі. Загальні положення.
12. Втрати енергії в електроприводі за перехідних режимів. Втрати енергії під час пуску без навантаження.
13. Втрати енергії в електроприводі за перехідних режимів. Втрати енергії під час пуску під навантаженням.
14. Втрати енергії в електроприводі за перехідних режимів. Втрати енергії під час динамічного гальмування.
15. Втрати енергії в електроприводі за перехідних режимів. Втрати енергії під час противовмикання.
16. Втрати енергії в електроприводі за перехідних режимів. Втрати енергії під час реверсу без навантаження.

17. Способи зниження втрат енергії за перехідних режимів. Пуск ДПС зі зміною напруги на якорі дискретно.

18. Способи зниження втрат енергії за перехідних режимів. Пуск ДПС з регульованою напругою на якорі.

19. Перехідні процеси в електроприводі. Загальні положення.

20. Перехідні процеси в ДПС НЗ без урахування електромагнітної інерції. Аналітичне рішення рівняння руху електропривода.

21. Пуск ДПС з постійним моментом навантаження без урахування електромагнітної інерції. Вид зміни швидкості та струму під час пуску. Аналітичне рішення рівняння.

22. Розрахунок початкових умов і побудова перехідних процесів електропривода без урахування електромагнітної інерції зі зміною напруги на якорі.

23. Розрахунок початкових умов і побудова перехідних процесів електропривода з урахуванням електромагнітної інерції зі зміною напруги на якорі.

24. Перехідні процеси в ДПС у разі лінійної зміни напруги завдання з активним моментом навантаження.

25. Розрахунок початкових умов і побудова перехідних процесів електропривода без урахування електромагнітної інерції під час динамічного гальмування з реактивним моментом навантаження.

26. Перехідні процеси в ДПС у разі лінійної зміни напруги завдання з реактивним моментом навантаження.

27. Перехідні процеси в ДПС у разі лінійної зміни напруги завдання при $M_c=0$.

28. Розрахунок початкових умов і побудова перехідних процесів електропривода без урахування електромагнітної інерції під час реверсу з активним моментом навантаження.

29. Розрахунок часу руху електропривода.

30. Перехідні режими в АД без урахування протікання електромагнітних процесів.
31. Перехідні процеси в ДПС з урахуванням індуктивності якірного ланцюга. Загальні положення.
32. Перехідні процеси в ДПС з урахуванням індуктивності якірного ланцюга з дійсними коренями характеристичного рівняння.
33. Перехідні процеси в ДПС з урахуванням індуктивності якірного ланцюга з комплексними коренями характеристичного рівняння.
34. Перехідні процеси ДПС по збуренню. Загальні положення.
35. Перехідні процеси ДПС по збуренню з дійсними коренями характеристичного рівняння.
36. Перехідні процеси ДПС по збуренню, з комплексними коренями характеристичного рівняння.
37. Перехідні процеси в замкнених системах. Вплив від'ємного зворотного зв'язку щодо швидкості на характер перехідних процесів.
38. Робота електропривода з маховиком у разі ударного навантаження.
39. Вибір маховика для роботи асинхронного приводу у разі ударного навантаження.
40. Формування пускових режимів асинхронного двигуна.
41. Які класи ізоляції сучасних електродвигунів?
42. Яка розрахункова гранична температура охолоджувального повітря встановлена стандартом?
43. Як визначається допустиме перевищення температури електродвигуна над температурою охолоджувального середовища?
44. Які допущення прийнято під час виведення рівнянь нагрівання та охолодження електродвигуна?
45. Які складові рівняння теплового балансу електродвигуна?
46. Що таке стала часу нагрівання електродвигуна? Якими способами можна її визначити?
47. Як визначити сталу часу охолодження двигуна?

48. Навести та пояснити особливості аналітичного визначення часу перехідного процесу пуску та гальмування.

49. На які групи поділяють перехідні режими електроприводів із синхронними двигунами?

50. Пояснити роботу синхронного двигуна у разі накидання та скидання навантаження.

51. Пояснити роботу синхронного двигуна з пульсуючим навантаженням.

52. Пояснити криві зміни синхронного та демпфувального моментів синхронного двигуна у разі накидання навантаження.

53. Який вплив постійної часу обмотки збудження генератора на тривалість перехідних процесів у системі «генератор–двигун»?

54. Як впливає відношення T_M/T_3 на максимальне значення струму в системі «генератор–двигун» під час ступінчатого вмикання обмотки збудження на постійну напругу?

55. Яка фізична суть форсування перехідних процесів у системі «генератор–двигун» і як воно реалізується практично?

56. Як впливає відношення T_M/T_3 на вид перехідного процесу у разі прямого пуску двигуна постійного струму?

57. У якому випадку перехідний процес у разі прямого пуску двигуна буде аперіодичним, а в якому – коливальним?

58. Які характеристики основних частотних характеристик систем та їх ланок?

59. Надати та пояснити логарифмічну характеристику інтегрувальної ланки.

60. Надати та пояснити логарифмічну характеристику інерційної ланки.

61. Надати та пояснити логарифмічну характеристику з послідовним з'єднанням ланок.

62. Якими величинами характеризується кількісна оцінка перехідного процесу?

63. Навести класифікацію перехідних процесів в електроприводі.

64. Що розуміють під перехідними процесами електропривода?.

65. Що таке електромеханічна постійна часу, яка її розмірність і фізичний сенс?

66. Що таке постійна часу нагрівання, яка її розмірність і фізичний сенс?

67. Які існують способи прискорення електромагнітних перехідних процесів?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Андреев В. П., Сабинин Ю. А. Основы электропривода. М.–Л.: Госэнергоиздат, 1963. 772 с.
2. Бацежев Ю. Г., Костюк В. С. Электропривод и электроснабжение: учебник для вузов. М.: Недра, 1989. 292 с.
3. Андриющенко О. А. Теорія електропривода. Електромеханічні перехідні процеси в електроприводі. Одеса: ОНПУ, 2011. 22 с.
4. Афанасьев В. Д. Автоматизированный электропривод в прокатном производстве. М.: Metallurgiya, 1977. 279 с.
5. Ильинский Н. Ф. Основы электропривода: учеб. пособие для вузов. М.: МЭИ, 2003. 224 с.
6. Колб А. А., Колб А. А. Теорія електроприводу : навчальний посібник. Д.: Національний гірничий університет, 2006. 511 с.
7. Полтава Л. И. Основы электропривода. М.: Недра, 1970. 224 с.

Методичні вказівки щодо самостійної роботи з навчальної дисципліни «Теорія електропривода (частина 2)» для студентів денної та заочної форм навчання зі спеціальності 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» освітнього ступеня «Бакалавр»

Укладач старш. викл. А. М. Артеменко

Відповідальний за випуск зав. кафедри САУЕ Д. Й. Родькін

Підп. до др. _____. Формат 60×84 1/16. Папір тип. Друк ризографія.

Ум. друк. арк. _____. Наклад _____ прим. Зам. № _____. Безкоштовно.

Видавничий відділ
Кременчуцького національного університету
імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600