



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою Державного
університету економіки і
технологій

Протокол №6 від 25.02.2021 р.

В.о. ректора  А.В. Шайкан



ПРОГРАМА

вступного фахового випробування
для отримання ступеня вищої освіти «магістр»
зі спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
на базі здобутого освітнього ступеня «бакалавр»

Кривий Ріг
2021

ЗМІСТ

ВСТУП	3
1. ПЕРЕЛІК ДИСЦИПЛІН ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА ФАХОВЕ ВИПРОБУВАННЯ.....	3
2. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ФАХОВОГО ВИПРОБУВАННЯ.....	5
3. ПЕРЕЛІК ТЕМ ТА ПИТАНЬ З ДИСЦИПЛІН, ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА ФАХОВЕ ВИПРОБУВАННЯ.....	5
4. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ РІЗНИХ РІВНІВ СКЛАДНОСТІ	10
5. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО ФАХОВОГО ВИПРОБУВАННЯ	11

ВСТУП

Програма фахового випробування на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня «спеціаліст» та ступеня «магістр» електромеханіки за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» базується на системі підготовки бакалавра електромеханіки напряму «Електромеханіка».

Метою фахових випробувань є комплексна перевірка знань вступників, отриманих в результаті вивчення навчальних дисциплін, які передбачені освітньо-професійною програмою та навчальними планами освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр».

Завданням фахового випробування є:

- оцінка теоретичної підготовки вступників з дисциплін фахової підготовки бакалавра;
- виявлення рівня і глибини практичних умінь і навичок;
- визначення здатності застосування набутих знань, умінь і навичок при розв'язанні практичних ситуацій.

До участі у фахових випробуваннях допускаються особи, які дотрималися усіх норм і правил, передбачених чинним законодавством.

1. ПЕРЕЛІК ДИСЦИПЛІН ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА ФАХОВЕ ВИПРОБУВАННЯ

Програма фахових випробувань для прийому на навчання з метою здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня «спеціаліст» та ступеня «магістр» електромеханіки за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» орієнтована на цикли нормативних навчальних дисциплін та вибіркового навчальних дисциплін за переліком програми підготовки бакалаврів, передбачених освітньо-професійною програмою за спеціальністю «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод» напряму підготовки «Електромеханіка». Фахові випробування охоплюють цикли дисциплін загально-професійної підготовки та професійно-орієнтованих дисциплін:

1. «Електроніка та мікросхемотехніка».

3. «Теорія електроприводу».

4. «Системи керування електроприводами».

5. «Силові перетворювачі автоматизованих електроприводів».

«Електроніка та мікросхемотехніка» є технічною дисципліною, що розглядає основні фізичні процеси у напівпровідниках, принципи роботи аналогових та цифрових електронних пристроїв і їхніх окремих елементів та вузлів з позиції застосування в силовій перетворювальній техніці, системах автоматики, зв'язаних з конкретною виробничою діяльністю майбутнього фахівця, а також принципи роботи та методи розрахунку основних пристроїв силової перетворювальної техніки.

«Теорія електроприводу» є технічною дисципліною, що розглядає загальні фізичні властивості електропривода як об'єкта автоматичного керування, його енергетичні характеристики і основи вибору потужності основних елементів на базі використання методів механіки, теорії електричних машин, режимів їх роботи та вибору потужності.

«Системи керування електроприводами» є технічною дисципліною, що розглядає загальні принципи автоматичного керування, вивчає характеристики автоматичних систем керування електроприводами, ознайомлює з якістю процесів регулювання в автоматичних системах і їх специфічними особливостями, вивчає перспективні системи керування електроприводами, у тому числі багаторівневі і мікропроцесорні.

«Силові перетворювачі автоматизованих електроприводів» є технічною дисципліною, що розглядає конструкцію, принцип дії напівпровідникових приборів, їх властивості, характеристики, основні положення теорії і розрахунку випрямлячів та інверторів, електромагнітні процеси та енергетичні показники, структури та принципи дії систем управління, аварійні режими та способи захисту перетворювачів від аварій.

2. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ФАХОВОГО ВИПРОБУВАННЯ

Фахове випробування проводиться в письмовій формі у відповідності з нормами чинного законодавства, Правилами прийому до Державного університету економіки і технологій в 2021 році у формі тестування за білетами. Для проведення фахового випробування створюється фахова атестаційна комісія у складі 3-х осіб. Білет фахового випробування містить 45 питань (по 15 питань кожного рівня складності). Час тестування - 3 астрономічних години (180 хвилин).

3. ПЕРЕЛІК ТЕМ ТА ПИТАНЬ З ДИСЦИПЛІН, ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА ФАХОВЕ ВИПРОБУВАННЯ

«Електроніка та мікросхемотехніка	<ol style="list-style-type: none">1. Напівпровідникові матеріали. p- і n-провідність. Електрично-дірковий перехід і його властивості.2. Напівпровідникові резистори. Варистори. Терморезистори: термістори і позистори. Фоторезистори. Тензорезистори. Лінійні резистори. Перетворювачі Холла.3. Напівпровідникові діоди. Побудова та принцип дії діода. Спеціальні типи напівпровідникових діодів: стабілітрони, фотодіоди, світлодіоди, тунельні діоди, варикапи.4. Біполярні транзистори. Побудова та принцип дії транзистора. Основні схеми вмикання і статичні характеристики біполярного транзистора.5. Біполярний транзистор як активний чотириполюсник. (h-параметри). Основні режими роботи біполярного транзистора.6. Уніполярні (польові) транзистори. Польові транзистори з керуючим p-n переходом. Побудова та принцип дії транзистора.7. Перемикаючі напівпровідникові прилади (тиристори). Диністор. Триністор (керований діод).8. Спеціальні типи тиристорів (симістор, двоопераційний тиристор, оптронний тиристор).9. Робота однофазного двопівперіодного випрямляча з нульовим виводом на активне навантаження.10. Робота однофазного мостового випрямляча на активне навантаження.11. Інтегральні мікросхеми. Гібридні ІМС. Монолітні (напівпровідникові) ІМС12. Основні режими (класи) роботи підсилювачів. Зворотній зв'язок у підсилювачах.13. Операційні підсилювачі. Загальні відомості. Основні характеристики операційних підсилювачів.14. Використання ОП. Інвертуючі та неінвертуючі ОП, компаратори, тригер Шмітта.15. Інвертуючий суматор. Інтегруючий підсилювач (інвертор,
--	--

	<p>диференціальний підсилювач.</p> <p>16. Мультивібратор з колекторно-базовими зв'язками у автоколивальному режимі.</p> <p>17. Одновібратор з колекторно-базовими зв'язками (чекаючий мультивібратор).</p> <p>18. Логічні елементи. Реалізація простих логічних функцій.</p> <p>19. Базові елементи логічних інтегральних мікросхем.</p> <p>20. Тригери. Загальні відомості та їх призначення. Тригери на біполярних транзисторах (симетричні тригери з лічильним запуском).</p> <p>21. Тригери на логічних елементах (RS, D, T, JK).</p> <p>22. Лічильники імпульсів.</p> <p>23. Перетворювачі кодів. Шифратори, дешифратори.</p> <p>24. Принцип побудова АЦП.</p> <p>25. Призначення та види ЦАП. Принцип побудови ЦАП.</p> <p>26. Основні поняття та види запам'ятовуючих пристроїв.</p> <p>27. Статичні і динамічні оперативні запам'ятовуючі пристрої (ОЗП).</p> <p>28. Постійні запам'ятовуючі пристрої (ПЗП). Репрограмуємі постійні запам'ятовуючі пристрої (РПЗП, РПЗП УФ).</p>
<p>«Теорія електропривода»</p>	<p>1. Розрахунок діаграм швидкості та моменту механізмів циклічної дії.</p> <p>2. Багатомасові механічні системи електропривода (ЕП). Розрахунок еквівалентних моментів та сил навантаження, моментів інерції та інерційних мас (відносно валу двигуна).</p> <p>3. Аналіз режимів роботи ЕП з позицій перетворення енергії.</p> <p>4. Розрахунок параметрів двигуна постійного струму (ДПС) незалежного збудження (НЗ) та ДПС послідовного збудження (ПЗ).</p> <p>5. Регулювання частоти обертання ДПС НЗ та ДПС ПЗ.</p> <p>6. Особливості реалізації та характеристики ДПС ПЗ у гальмівних режимах.</p> <p>7. Природні та штучні електромеханічні та механічні характеристики електродвигунів.</p> <p>8. Рівняння руху ЕП (для обертального та поступального руху). Аналіз характеру руху ЕП на основі рівняння руху.</p> <p>10. Розрахунок параметрів АД з фазним ротором та АД з короткозамкненим ротором.</p> <p>11. Розрахунок механічних характеристик АД з фазним ротором за формулою Клоса.</p> <p>12. Способи регулювання частоти обертання АД з фазним ротором та короткозамкненим ротором.</p> <p>13. Кутова і механічна характеристики СД. Особливості пуску СД.</p> <p>14. Вибір потужності електродвигунів для різних режимів роботи ($S1, S3, S7$).</p>

	<p>15. Частотно-регульований асинхронний ЕП (з частотно-струмовим керуванням).</p> <p>16. Частотно-регульований асинхронний ЕП у схемі з БПЧ-АД (структура БПЧ, характеристики та режими роботи ЕП).</p> <p>17. Особливості частотного регулювання швидкості обертання АД. Закон частотного регулювання.</p> <p>18. Система «Вентильний двигун» (структурні схеми, характеристики і режими роботи).</p> <p>19. Структура, характеристики та режими роботи нереверсивних ВЕП постійного струму.</p> <p>20. Структура, характеристики та режими роботи реверсивних ВЕП постійного струму з реверсом по колу збудження.</p> <p>21. Реверсивний ВЕП постійного струму з двокомплектним перетворювачем у колі якоря (структура, закон сумісного керування, розрахунок параметрів, схеми заміщення).</p>
<p>«Системи керування електроприводами»</p>	<p>1. Основи побудови систем керування електроприводами. Алгоритм функціонування, класифікація систем керування електроприводами (СКЕП) за призначенням. Алгоритм керування й принципи побудови СКЕП. Якість процесу керування в перехідному та усталеному режимах. Статичні та динамічні похибки СКЕП. Структурні перетворення в СКЕП. Особливості побудови статичних СКЕП. Особливості побудови астатичних СКЕП.</p> <p>2. Математичний опис систем керування електроприводами. Математичний опис систем керування електроприводами в змінних вхід-вихід. Складання диференціальних рівнянь для опису перехідних процесів в СКЕП. Лінеаризація диференціальних рівнянь. Математичний опис СКЕП в змінних стану. Рівняння стану. Розв'язання однорідних і неоднорідних рівнянь стану.</p> <p>3. Математичні моделі об'єктів керування систем керування електроприводами. Математична модель тиристорного перетворювача. Математична модель двигуна постійного струму з незалежним збудженням. Рівняння динаміки і структурна схема двигуна з керуванням за колом якоря. Рівняння динаміки і структурна схема двигуна з керуванням за колами збудження, якоря і збудження. Рівняння стану двигуна постійного струму з незалежним збудженням. Математична модель двигуна постійного струму з урахуванням пружних деформацій механічної передачі. Математична модель трифазного асинхронного двигуна. Математична модель явнополюсної синхронної машини.</p> <p>4. Системи регулювання кутової швидкості. Призначення й функціональна схема систем регулювання кутової швидкості. Регулятор швидкості: з від'ємним зворотним зв'язком за швидкістю; із зворотними зв'язками за струмом; з від'ємним</p>

зворотним зв'язком за напругою; з від'ємним зворотним зв'язком за швидкістю й додатним за струмом; з від'ємним зворотним зв'язком за швидкістю й струмовим відтином.

5. Аналогові системи підпорядкованого регулювання електроприводами. Загальний підхід до побудови систем підпорядкованого регулювання (СПР). Критерії оптимізації. Загальна оцінка. Модульний критерій оптимізації (МК). Симетричний критерій оптимізації (СК). Дослідження стійкості системи за МК і СК та перехідних процесів, що при цьому протікають в ній. Типові аналогові регулятори. Синтез коригувального пристрою і розрахунок параметрів контурів, оптимізованих за МК та СК. Динамічні характеристики одноразово та дворазово інтегровувальних систем регулювання швидкості. Вплив внутрішнього зворотного зв'язку за електрорушійною силою (ЕРС) двигуна на динаміку процесів у регуляторі швидкості. СПР швидкості із зворотним зв'язком за ЕРС. Розрахунок основних блоків СПР швидкості із зворотним зв'язком за ЕРС. СПР двохзонного регулювання швидкості: принципи побудови та розрахунку.

6. Системи регулювання електроприводів з двигунами змінного струму. Системи регулювання кутової швидкості з тиристорними регуляторами напруги (ТРН). Розрахунок системи з ТРН. Система регулювання швидкості “перетворювач частоти-асинхронний двигун” (ПЧ-АД): принципи побудови та розрахунку контурів. Регулятор швидкості з асинхронно-вентильним каскадом.

7. Модальне керування електроприводами. Керованість стаціонарних лінійних систем керування. Спостережуваність стаціонарних лінійних систем керування. Синтез аналогових регуляторів стану з повною та неповною інформацією про об'єкт керування. Принципи побудови спостерігачів стану. Синтез аналогових спостерігачів повного та зниженого порядків.

8. Системи керування положенням та слідкуючі електроприводи. Задачі позиціонування та слідкування. Налагодження системи позиціонування. Параболічний регулятор положення. Система керування положенням механізму в режимі слідкування. Задача слідкувального керування. Помилки при відпрацюванні керувального впливу. Двоканальні слідкувальні електроприводи. Сухе тертя та компенсація його впливу. Електромеханічна вибірка зазору в слідкувальному електроприводі. Налагодження контуру положення в системі з пружністю.

9. Системи релейно-контакторного керування електроприводами. Принципи та особливості застосування релейно-контакторної апаратури для побудови СКЕП. Типові вузли схем керування пуском, гальмуванням та реверсом двигунів постійного та змінного струму в функції швидкості, струму та часу. Управління пуском синхронних двигунів. Типові схеми контакторного

	керування (КК) двигунами постійного та змінного струму. Схеми керування багатодвигуновими ЕП.
«Силові перетворювачі автоматизованих електроприводів»	<ol style="list-style-type: none"> 1. Призначення й класифікація силових перетворювачів для автоматизованого електроприводу. Аналіз трифазної мостової симетричної схеми за умов $\alpha=0$, $X_d \rightarrow \infty$. Основні розрахункові співвідношення. 2. Комутація струмів керованого випрямляча. Схеми заміщення, розрахункові співвідношення, вплив комутації на статичні характеристики. 3. Особливості електромагнітних процесів несиметричних мостових схем. Лінійні діаграми, розрахункові співвідношення. 4. Двомостові несиметричні схеми. Алгоритми керування. Особливості розрахунку параметрів та вибору силових елементів. 5. Принципи формування еквівалентного 12-фазного режиму перетворювача. Приклади схем, розрахункові співвідношення, гармоніки напруги та струму. 6. Режим роботи m-фазного випрямляча на зустрічну ЕРС. Спрощені аналітичні вирази, статичні розрахунки. 7. Реверсивна двомостова перехресна схема. Основні показники, розрахункові співвідношення. 8. Реверсивна двомостова зустрічно-паралельна схема. Основні показники, розрахункові співвідношення. 9. Реверсивна H-схема. Основні показники, розрахункові співвідношення. 10. Статичні та динамічні зрівняльні струми. Причини виникнення, методи розрахунку та обмеження. 11. Способи керування вентильними групами реверсивного перетворювача. 12. Структура роздільного керування. Принципи побудови алгоритмів роздільного керування. Приклад навести. 13. Залежні інвертори. Умови отримання інверторного режиму, характеристики. Аномальні режими інвертора. 14. Автономний інвертор напруги. Схема заміщення, особливості роботи та схемної реалізації. 15. Автономний інвертор струму. Схема заміщення, особливості роботи та схемної реалізації. 16. Безпосередній перетворювач частоти. Принцип формування кривої напруги, схемна реалізація. 17. Перетворювач частоти з проміжною ланкою постійного струму. Структура силової частини і системи керування. Характеристики, типи ПЧ. 18. Принципи фазового керування, лінійні діаграми характеристики, розрахункові співвідношення. Приклад схемної реалізації. Типи серійних ТРН. 19. Основні принципи побудови ШІМ. Вузли силової частини,

	<p>схеми заміщення, лінійні діаграми, розрахункові співвідношення.</p> <p>20. Коефіцієнт корисної дії статичного перетворювача. Складові втрат, розрахункові співвідношення.</p> <p>21. Складові повної потужності перетворювального пристрою. Інтегральний метод розрахунку складових потужності та енергетичних коефіцієнтів.</p> <p>22. Способи підвищення енергетичних показників. Ускладнені способи керування, принципи компенсації реактивних складових.</p> <p>23. Гармоніки струму та напруги. Методики розрахунку, способи обмеження і компенсації.</p> <p>24. Структури СІФУ. Принцип вертикального керування. Розрахункові співвідношення та статичні характеристики СІФУ з різною формою опорної напруги.</p> <p>25. Структура цифрової СІФУ. Основні вузли, приклад практичної реалізації.</p>
--	--

4. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ РІЗНИХ РІВНІВ СКЛАДНОСТІ

Фахове випробування складається за білетами. Оцінка кожного питання залежить від рівня його складності. Правильна відповідь 1-го рівня складності оцінюється у 0,8 бала, відповідно 2-го та 3-го рівнів складності - 1,0 та 1,2 балів та переводиться у 100-бальну шкалу.

5. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО ФАХОВОГО ВИПРОБУВАННЯ

1. Колонтаєвський Ю.П., Сосков А.Г. Промислова електроніка та мікросхемна техніка: теорія і практикум: Навч. посіб./ за ред. А.Г. Соскова. 2-ге вид.-К.: Каравела, 2004 - 432с.
2. Будяк А. Електроніка та мікросхемна техніка: Навчальний посібник для вищих навчальних закладів. -Київ - Тернопіль: 2001 - 382с.
3. Електроніка і мікросхемна техніка: Підручник для студентів вищих навчальних закладів, що навчаються за напрямками «Електромеханіка» та « Електротехніка»: У 4-х т./ за ред. В.І. Сенька. -К.: Обереги.
4. Ключев В.И. «Теория электропривода». - М.: Энергоатомиздат. 1985
5. Чиликин М.Г., Соколов В.И и др.. «Основы автоматизированного электропривода».-М: Энергия. 1979.
6. Бондаренко В.І. «Основы электричного привода». - Запоріжжя: ЗНТУ. 2003
7. Ильинский Н.Ф. «Основы электропривода» . - М.: МЭИ. 2000
8. Козачковский М.М. «Автономні перетворювачі та перетворювачі частоти». - Дніпропетровськ: НГА України .2000.
9. Національна енергетична програма України (НЕП). -К. Українські енциклопедичні знання. 2001.
10. Руденко В.С., Сенько В.И., Чиженко И.М. «Преобразовательная техника». -К.: Высш. шк. 1983.
11. Под редакцией И.М. Чиженко «Справочник по преобразовательной технике». - К.: Техника. 1978.
12. Кагангов И.Л. «Электронные и ионные преобразователи». - ч.ІІІ. - М. -Л.: Госэнергоиздат. 1956.
13. Зимин Е.Н., Яковлев В.И. «Автоматическое управление электроприводами».-М.: Высшая школа. 1979.
14. Комплектные системы управления электроприводами металлорежущих станков. Под ред. Поздеева А.Д. -М.: Энергия. 1980.
15. Чермалых В.М., Гужовский А.Т., Швец Н.И. «Автоматическое управление и регулирование в горной промышленности». М.: Недра. 1978.
16. «Справочник по проектированию автоматизированных электроприводов». Под ред.Большама Я.М. и др. -М.: Энергия. 1974.
17. Ключев В.И. и др. «Ограничение динамических нагрузок электроприводов». -М.: Энергия. 1971.
- 18.Башарин А.В., Постников Ю.В. «Примеры расчета автоматизированного электропривода на ЭВМ». -Л.: Энергия. 1990.
- 19.Герман-Галкин С.Г. и др. «Цифровые электроприводы с транзисторными преобразователями». Л.: Энергия. 1986.
20. Крюков О.В. «Микропроцессорное управление машинами двойного питания». - Новгород.: Нижегород. гос. техн. ун-т. 1999.
21. Коломбет Е.А. «Микроэлектронные средства обработки аналоговых сигналов. - М.: Энергия. 1991.
22. Гельднер К. Н., Кубик СМ. «Нелинейные системы управления». -М.: Энергия. 1987.
23. Крюков О.В. «Микропроцессорное управление машинами двойного питания». - Новгород.: Нижегород. гос. техн. ун-т. 1999.

24. Коломбет Е.А. «Микроэлектронные средства обработки аналоговых сигналов. - М.: Энергия. 1991.
25. Гельднер К. Н., Кубик СМ. «Нелинейные системы управления». -М.: Энергия. 1987.
26. Цыпкин Я.З.. «Теория импульсных систем». -М.: Энергия. 1967.
27. Бернас С, Цек З. «Математические модели элементов электроэнергетических систем». -М.: Энергоатомиздат. 1982.
28. Электронный учебник "Электрические машины" (кафедра Электромеханики Московского энергетического института) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://elmech.mpei.ac.ru/em/EM/EM_cont_0.htm
29. Учебное пособие «Электромеханические устройства автоматики» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://uiits.miem.edu.ru/Falk/Book%202006/book/about.html>
30. Вольдек А.И. Электрические машины. - Л.: Энергия, 1978. – 928 с.
31. Ключев В.Й. Теория электропривода. - М.: Энергоатомиздат. 1998. - 560 с.
32. Попович А.Г. Теорія електропривода. - Київ: Вища школа, 1992. – 456 с.
33. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування. Підручник. – К.: Либідь, 1997. – 544 с.
34. Чиликин М.Г., Сандлер А.С. Общий курс электропривода. - М.:Энергоиздат, 198576с.
35. Андреев В.П., Сабинин Ю.А. Основы электропривода. – М. – Л.:
36. Госэнергоиздат, 1963. – 722 с.
37. Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование
38. полупроводниковых систем в Matlab 6.0. – СПб.: КОРОНА принт, 2001. –319 с.
39. Лозинський А., Мороз В., Паранчук Я. Розв'язування задач електромеханіки в середовищах пакетів MathCAD і MATLAB: Навчальний посібник. – Львів: Видавництво НУ"ЛП", 2000. – 166 с.
40. И.В.Черных "SimPowerSystems: Моделирование электротехнических устройств и систем в Simulink" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://matlab.exponenta.ru/simpower/book1/index.php>
41. Системи керування електроприводами: Навч. посібник / А.П.Голуб, Б.І. Кузнецов, І.О. Опришко, В.П. Соляник. - К.: НМК ВО, 1992. - 352 с.
42. Зимин Е.Н., Яковлев В. И. Автоматическое управление электроприводами. - М.: Высшая школа, 1979. - 318 с.
43. Башарин А.В., Новиков В.А., Соколовский Г.Г. Управление электроприводами. Л.:Энергоиздат, 1982.- 392 с.
44. Зеленов А.Б., Шевченко І.С., Андрєєва Н.І. Синтез та цифрове моделювання систем управління електроприводів постійного струму з вентильними перетворювачами. Навч. посібник. – Алчевськ: ДГМІ, 2002. – 400 с.
45. Фишбейн В.Г. Расчет систем подчиненного регулирования вентильного электропривода постоянного тока. М.: Энергия, 1972. – 136 с.
46. Плахтина О.Г., Мазепа С.С., Куцик А.С. Частотно-керовані асинхронні та синхронні електроприводи. – Львів: Видавництво НУ"ЛП", 2002. – 228 с.
47. Акимов Л.В., Колотило В.И., Марков В.С. Динамика двухмассовых систем с нетрадиционными регуляторами скорости и наблюдателями состояния. Монография. – Харьков: ХГПУ, 2000. – 93 с.