

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання дипломної роботи освітнього ступеня “магістр”
за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка (освітня програма «Електричні машини і апарати»)
усіх форм навчання

Методичні вказівки до виконання дипломної роботи освітнього ступеня “магістр” за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка (освітня програма «Електричні машини і апарати») усіх форм навчання / Укл.: Д.С. Яримбаш, С.Т. Яримбаш – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. – 22с.

Укладачі: Д.С. Яримбаш, доцент, д-р.техн.наук;
С.Т. Яримбаш, доцент, канд.техн.наук

Рецензент: І.М. Коцур, доцент, канд.техн.наук

Відповідальний
за випуск: Г.В. Дьомічева, завідувач лабораторією.

Затверджено
на засіданні кафедри
«Електричні машини»
Протокол № 3
від 17.10. 2018р.

Рекомендовано до видання
НМК Електротехнічного факультету
Протокол № 3
від 18.10.2018р.

ЗМІСТ

	Вступ	4
1	Принципові рішення та етапи виконання випускної роботи	6
2	Методичні вказівки до виконання окремих розділів	8
2.1	Тема випускної роботи	8
2.2	Літературний і патентний пошук та огляд за темою, формулювання мети і задач роботи	9
2.3	Огляд і вибір методів розв'язання поставлених задач	9
2.4	Приблизна тематика	10
2.5	Обґрунтування оптимальних або екстремальних параметрів електричної машини	11
2.6	Моделювання динамічних режимів роботи електромеханічних систем	11
2.7	Методи ідентифікації і оптимізації, що використовуються при виконанні роботи	12
2.8	Оцінка отриманих рішень і результатів, формулювання висновків	14
3	Вимоги до оформлення випускної роботи	15
4	Захист випускної роботи магістра	15
	Перелік рекомендованої літератури	16

ВСТУП

Дипломна робота освітнього ступеня “магістр” є завершальною атестаційною роботою у галузі електричних машин та апаратів. Зміст цієї роботи повинен відповідати вимогам освітньо-професійної програми (ОПП) і освітньо-кваліфікаційної характеристики (ОКХ) магістрів спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка (освітня програма «Електричні машини і апарати»).

Зміст робіт базується переважно на матеріалах циклу професійно-орієнтованих дисциплін: електроніки та мікросхемотехніки, електричних машин, теорії електропривода, теорії автоматичного керування, спеціальних електричних машин, моделювання електромеханічних систем, основ автоматизованого проектування електричних пристроїв і електромеханічних систем, інженерного проектування електричних машин і трансформаторів, технології електромашинобудування, технології виробництва силових трансформаторів.

Вказані теоретичні курси доповнюються професійно-орієнтованими дисциплінами магістра у галузі конструювання спеціального обладнання електротехнічної промисловості, несиметричних режимів роботи електромеханічних систем, теплових та гідравлічних розрахунки електричних машин, математичних моделей та обчислювальних методів досліджень в електромеханіці, прикладних комп’ютерних пакетів програм з електромеханіці, новітніх методів пошуку і обробки інформації, чисельних варіаційних методів в електромеханіці, теорії експерименту та методів дослідження електричних машин. Вказані наукові задачі повинні базуватися на основі сучасних положень ринкової економіки, охорони навколишнього середовища, енергозберігаючих технологій та ефективного енергоменеджменту, досягнень у галузі використання альтернативних джерел енергії. Елементи наукових досліджень повинні базуватися на основі використання обчислювальної техніки в наукових дослідженнях, соціології та психології промислової діяльності людини, філософських проблем наукового пізнання, патентознавства та захисту промислової власності і авторських прав.

Наукові дослідження студента-магістра здійснюються на базі корисних результатів наукової роботи за термін навчання під

керівництвом провідних викладачів кафедри та електротехнічного факультету фізико-технічного інституту, матеріалів стажування у науково-дослідних підрозділах виробництва випускаючої кафедри та

Мета виконання роботи - підтвердити знання та вміння, що передбачені ОПП і ОКХ магістра за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка (освітня програма «Електричні машини і апарати»).

Робота магістра передбачає:

- систематизацію, закріплення і розширення теоретичних знань, практичних навичок та використання їх при вирішенні конкретного науково-технічного питання у галузі розробки та проектування електричних машин та трансформаторів;

- самостійну роботу і оволодіння сучасними методиками проведення науково-дослідних робіт, та проведення експерименту при вирішенні в роботі проблем, що розробляються та підготовці до викладацької роботи у галузі електротехнічної освіти II, III та IV рівня;

- вміння публічно виконати наукову доповідь та захистити самостійно прийняте рішення.

1 ПРИНЦИПОВІ РІШЕННЯ ТА ЕТАПИ ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ

Об'єктами розробки та досліджень параметрів системо- і схемотехнічних характеристик можуть бути електроприводи загальнопромислового та спеціального призначення із заданими властивостями в статичних та динамічних режимах роботи, електроприводи окремих нескладних машин, механізмів та технологічних процесів.

Для досліджень характеристик рекомендуються електроприводи постійного або змінного струму з електромеханічними, напівпровідниковими або транзисторними перетворювачами, як правило, з замкнутими системами керування. Типи та виконання електродвигунів, що використовуються, обмежуються вимогами їх використання у промислових механізмах, установках та технологічних процесах.

Дипломна робота ОС магістра повинна містити такі типові етапи:

- літературний і патентний пошук, сучасний стан, досягнення, основні напрямки і перспективи розвитку науки і техніки та огляд за відповідною темою, формулювання мети і задач роботи;
- огляд і вибір методів розв'язання задач, що поставлені. В окремих випадках здійснюється розробка методів розв'язання; формулювання вимог до теми досліджень;
- обґрунтування сучасних принципів і способів проектування та проектних досліджень об'єктів, стану САПР за темою кваліфікаційної роботи;
- методики електромагнітних, вентиляційних, теплових і механічних розрахунків електричних машин, трансформаторів і електричних апаратів;
- методику техніко-економічної оцінки прийнятих проектних рішень;
- сучасні технологічні процеси виробництва електричних машин і трансформаторів, принципи їхньої організації;
- основні положення і технічні рішення по забезпеченню

охорони праці і навколишнього середовища, способи і критерії оптимізації параметрів спроектованих електричних машин і трансформаторів.

- обґрунтування параметрів властивостей електричних машин і трансформаторів;

- розробка основних вимог до енергоефективних та енергозберігаючих електричних машин;

- аналіз (детермінований або стохастичний) та оцінка отриманих результатів, формулювання висновків;

- оформлення пояснювальної записки та графічної частини.

Наявність окремих етапів та глибина їхнього виконання залежить від теми завдання, напрямку досліджень, наукової значності задач досліджень і погоджується з науковим керівником роботи.

2 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ОКРЕМИХ РОЗДІЛІВ

2.1 Тема дипломної роботи

Роботи зі спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка (освітня програма «Електричні машини і апарати») повинні мати поглиблену розробку електричної машини (трансформатора, асинхронного двигуна, синхронного двигуна або генератора, машини постійного струму різних засобів збудження) з обов'язковими елементами наукового пошуку та дослідження їх характеристик сучасними методами теорії автоматичного керування та регулювання координат складного об'єкта.

Тема роботи може бути пов'язана з науково-дослідними роботами, які здійснюються на кафедрі.

До вибору й розробки теми пред'являються наступні вимоги, які визначаються ОПП і ОКХ зі спеціальності 141:

- сучасний рівень технічного замислу та актуальність питань, які вирішуються для промисловості та науки, наявність у темі складних питань, пов'язаних з теорією та практикою розробки електричних машин і автоматизацією виробничого механізму та технологічного процесу, формують вміння магістра як наукового спеціаліста виконувати наукові роботи, а також складні проектно-конструкторські роботи з побудови та введення у експлуатацію електричних машин і технологічних комплексів на базі сучасних засобів промислової обчислювальної техніки;

- необхідність проробки майбутнім магістром ряду теоретичних та практичних питань з удосконалення сучасних видів електричних машин з літературних джерел і проведення патентного пошуку забезпечує освоєння раціональних прийомів пошуку і використання науково-технічної інформації і вміння самостійно приймати науково обґрунтовані рішення;

- наявність у темі науково-технічних досліджень, необхідних для вибору варіантних рішень на базі алгоритмів методів оптимального проектування енергоефективних електричних машин і перетворення потоків технологічної енергії, що забезпечують економічну ефективність наукових розробок

- розробка питань, пов'язаних з вимогами технологічної

експлуатації комп'ютеризованих систем проектування електричних машин, які забезпечують дії по відвертанню професійних захворювань;

- наявність у темі питань, що потребують конструктивної розробки окремих вузлів електричної машини на базі основ автоматизованого проектування електромеханічних систем та інженерного проектування електричних машин, їх технології виробництва із системами діагностики та надійності і спеціальних процесів контролю якості продукції.

2.2 Літературний і патентний пошук та огляд за темою, формулювання мети і задач роботи

В першу чергу вивчаються джерела, що рекомендовані науковим керівником. Розширений пошук ведеться із використанням Інтернету, фондів бібліотеки університету та інших доступних джерел. В огляді висвітлюється сучасний стан поставленої задачі, методи її розв'язання, останні досягнення в цій галузі науки та практиці науково-дослідницьких та конструкторських розробок. Задачі роботи формулюються із врахуванням проведеного огляду. Задачі потрібно формулювати чітко та конкретно. Саме вони визначають зміст, перелік і обсяг етапів випускної роботи. Наприкінці цього етапу остаточно затверджується зміст пояснювальної записки та графічної частини роботи.

2.3 Огляд і вибір методів розв'язання поставлених задач

Як правило, задачі випускної роботи не можуть бути розв'язані у повному обсязі із застосуванням тільки одного з відомих методів. Студент-магістр повинен свідомо обрати найбільш ефективний метод для розв'язання кожної з поставлених задач. Серед рекомендованих методів можна вказати теоретичні, експериментальні та методи математичного моделювання. При виборі методу важливим є формулювання припущень та спрощень, що використовуються при математичному описі об'єктів і процесів, які розглядаються у роботі. В кожному з запропонованих методів потрібно зробити уточнення, наприклад, серед аналітичних методів, відомих з курсів вищої математики, теоретичних основ електротехніки, теорії автоматичного

керування, планування експерименту та екстраполяції: класичні або операторні методи розв'язання диференціальних рівнянь, гармонічного аналізу, симетричних складових, різноманітні методи аналізу стійкості тощо. При математичному моделюванні треба вказати числові методи розрахунків, що вживаються, або відомі прикладні програми. В окремих випадках студент самостійно розробляє методику, частіше окремі елементи програм для моделювання процесів, наприклад підпрограми одномірного унімодального пошуку або методи багатоекстремального пошуку і нелінійного програмування та інші.

2.4 Приблизна тематика

Приблизна тематика випускної кваліфікованої роботи магістрів, що проводиться провідними викладачами кафедри електричних машин:

- Система автоматизованого проектування вимірювальних трансформаторів струму та напруги;
- Методика розрахунку та проектування енергоефективних асинхронних двигунів загальнопромислового виконання та кранових двигунів для енергозберігаючих технологій;
- Дослідження безконтактної системи керування асинхронних двигунів з фазним ротором;
- Способи підпресування обмоток силових трансформаторів в процесі експлуатації;
- Нетрадиційні види електричної енергії (вітрові, сонячні, приливні, гідроакумулюючі електростанції) і способи її отримання;
- Робота потужних трансформаторів на різко змінні навантаження (пічні, дугоплавильні, зварювальні трансформатори та ін.);
- Виробництво, перетворення, передача, розподіл і регулювання електроенергії. Електровимірювальна техніка;
- Технічне використання магнетизму і статичної електрики;
- електрична тяга;
- Термоелектричні перетворювачі. Електротермія;
- Магнітні явища. Магнітні поля. Взаємний вплив полів.

- Аналіз електротехнічних властивостей та структури інноваційних термостійких проводів для повітряних ліній електропередачі;
- Дослідження магнітного поля трифазного асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором зі збільшеним пазом ротора методом польового аналізу;
- Визначення впливу нелінійних властивостей електротехнічної сталі на енергію магнітного поля та параметри неробочого ходу силового трансформатора;
- Дослідження електромагнітних процесів машини постійного струму;
- Дослідження магнітного поля силового трансформатора в режимі короткого замикання;
- Моделювання магнітних полів в активній частині силового трансформатора в режимі неробочого ходу;
- Дослідження розподілу магнітного поля в допоміжному тяговому асинхронному двигуні засобами математичного моделювання;
- Моделювання магнітного поля асинхронного двигуна методом скінчених елементів;
- Розрахунок параметрів короткого замикання трансформатора засобами комп'ютерного моделювання;
- Аналіз теплових полів асинхронного двигуна засобами математичного моделювання;
- Дослідження та аналіз гармонійного складу магнітного поля у повітряному зазорі машини постійного струму;
- Чисельно-польове визначення енергетичних показників асинхронного двигуна;
- Особливості розподілу магнітних полів силового трансформатора в режимі неробочого ходу з бронестрижневою конструкцією магнітної системи;
- Розрахунок динамічного режиму при однофазному короткому замиканні трансформатора засобами комп'ютерного моделювання;
- Розробка геометричної моделі силового трансформатора ПЗ FEMM та дослідження його параметрів в режимі неробочого ходу;
- Дослідження та аналіз магнітного поля трифазного асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором при виникненні ексцентриситету;
- Визначення похибок релейної обмотки у перехідних режимах трансформатора струму засобами математичного моделювання;
- Моделювання аварійного режиму роботи трансформатора;
- Визначення розподілу магнітного поля в керованому крановому

асинхронному двигуні з короткозамкненим ротором;

- Підвищення енергоефективності систем електроприводів з асинхронним електродвигуном з короткозамкненим ротором загальнопромислового виконання;
- Визначення параметрів силового трансформатора методами польового моделювання.

2.5 Обґрунтування оптимальних або екстремальних параметрів електричної машини

У деяких випадках параметри електричної машини можуть бути заданими. В іншому разі задаються орієнтовані дані: рід струму, потужність, швидкість, напруга. Якщо відомостей про електричну машину нема або їх обмаль, рекомендується така послідовність цього вибору: в першу чергу, виходячи з умов експлуатації та вимог до електроприводу з боку механізму, визначають режим роботи, обирають рід струму, тип і конструктивне виконання двигуна. Далі, ознайомившись за каталогами або довідниками зі шкалами номінальних напруг, потужностей та швидкостей двигуна даного типу, обирають його виходячи з потреб забезпечення статистичних (детермінованих або стохастичних) режимів роботи. Вибір виконують з використанням одного з методів еквівалентних величин із врахуванням режиму роботи і виконання двигуна за системою охолодження. Після такого попереднього вибору розраховують і будують навантажувальну діаграму (математичне очікування, дисперсію та інші математичні показники), в якій враховуються, крім статичних також динамічні моменти механізму і двигуна. Для цього всі параметри механізму приводяться до вала двигуна за відомими правилами. На базі навантажувальної діаграми, користуючись обраним методом еквівалентних величин, перевіряють двигун за вимогами ГОСТ або ДСТУ, на базі якого двигун побудовано.

2.6 Моделювання динамічних режимів роботи електромеханічних систем

Моделювання динамічних режимів доцільно виконувати на підставі структурно-алгоритмічної схеми системи регулювання. Система алгебраїчних та диференціальних рівнянь електромеханічних систем перетворюється на рівняння для чисельного інтегрування,

наприклад, методом Ейлера, Рунге-Кутта та ін. Програма, що моделює цю систему рівнянь, повинна виконувати побудову графіків основних координат (моменту, струму, швидкості та ін.) та друк чисельних даних. Моделювання може бути виконане за допомогою Simulink, Matlab, Exele, Femm та ін.

2.7 Методи ідентифікації і оптимізації, що використовуються при виконанні кваліфікаційної роботи

Моделі та методи ідентифікації мають алгоритми дослідження складних властивостей об'єкту керування, які класифікуються за методом «від моделі - до методу ідентифікації». Методи ідентифікації характеризуються системними показниками: точності, зрідженості, реалізуємості та ін.

Моделі ідентифікації характеризуються властивостями: динамічності (об'єкт статичний або динамічний), стохастичності (об'єкт не стохастичний, детермінований), не лінійності (об'єкт лінійний або нелінійний), дискретності (об'єкт неперервний або дискретний).

Методи ідентифікації характеризуються властивостями: активності (метод пасивний, тобто роздвляється режим нормальної експлуатації об'єкта або активний), адаптивності (метод не адаптивний або адаптивний), дискретності (кроковості) (метод неперервний, або дискретний, кроковий).

Оптимальними з точки зору раціонального використання технічних засобів дослідження динаміки об'єкту керування методами математичної імітації (математичними, графічними, алгоритмічними та ін.) є засоби обчислювальної математики.

При виконанні магістерської роботи рекомендуються методи ідентифікації: класичні та оцінювання часових рядів, статистичні, нелінійної та мінімальної ідентифікації, методи кускової апроксимації та багатомірної лінійної екстраполяції, методи згладжування та диференціювання спостережень.

При використанні ПК рекомендуються методи оптимізації, що забезпечують за умови варіювання параметрів екстремальне значення (максимальне або мінімальне) найбільш важливих техніко-економічних характеристик за умови, що інші характеристики вдовольняють заданій сукупності технічних вимог.

Серед таких методів рекомендовані наступні

1 *Одномірні методи унімодального пошуку :*

- метод ділення навпіл;
- метод Фібоначі;
- метод золотого зрізу;
- метод скорочення інтервалу невизначеності за допомогою константи Липшица;
- метод квадратичної інтерполяції;
- метод кубічної інтерполяції;
- метод рівномірного пошуку;
- метод рівномірного дихотомічного пошуку;
- метод блочного пошуку з постійним числом випробувань в блоці;
- блочний метод золотого зрізу.

2 *Одномірні методи багатоекстремального пошуку:*

- метод перебирання на рівномірній сітці;
- метод перебирання на нерівномірній сітці;
- метод і пасивного пошуку за допомогою інтерполюючих поліномів Лагранжа;
- метод послідовного пошуку за допомогою інтерполюючих поліномів Лагранжа;
- метод кусково-кубічної апроксимації;
- метод кусково-лінійної апроксимації;
- метод ламаних;
- метод, оснований на реалізації випадкового процесу типу броунівського руху;
- метод, оснований на пошуку найбільш ймовірної точки глобального мінімуму;
- метод глобального пошуку за допомогою автомату Бушеля-Мостеллера;
- метод глобального пошуку за допомогою стохастичного автомату з структурою, яка формується за інформацією про середні значення результатів випробувань.

3 *Методи безумовної мінімізації унімодальних функцій:*

- метод найшвидшого спуску;
- метод градієнтний з пам'яттю;
- метод спряжених напрямків;
- метод Ньютона;

- метод Ньютона з регульованим кроком;
- метод Ньютона модифікований;
- метод пошуку зі змінними матрицями (Давиденко-Флетчера-

Пауела);

- метод покоординатного спуску з постійним кроком;
- метод релаксаційний Гауса-Зейделя;
- метод конфігурацій;
- метод обертаючих координат;
- метод спряжених напрямків нульового порядку.

4 Методи глобальної мінімізації багато параметричних функцій:

- метод багатокрокової редукції розмірності;
- метод глобального пошуку, оснований на побудові кривої

Пеана;

- метод пасивного пошуку, оснований на оптимальному покритті квадрату кругами однакового радіусу;

- метод покриття прямокутного паралелепіпеда рівними кругами;

- метод оптимального покриття, оснований на побудові допустимої системи вузлів;

- багатомірний метод глобального пошуку за допомогою стохастичного автомата;

- метод глобального пошуку за допомогою колективів незалежних автоматів;

5 Методи нелінійного програмування:

- градієнтний метод лінеаризації з малим кроком;

- метод відсікаючих гіперплощин;

- метод опорної гіперплощини;

- градієнтний метод лінеаризації неявних функцій;

- метод проектування градієнта;

- метод спряжених градієнтів для пошуку умовного мінімуму;

- метод пошуку умовного мінімуму Ньютона;

- метод змінної метрики пошуку умовного мінімуму;

- метод внутрішніх точок;

- метод зовнішніх точок;

- модифікований метод опорної гіперплощини;

- метод побудови опуклої оболонки допустимої області.

2.8 Оцінка отриманих рішень і результатів, формулювання висновків

Формулювання висновків та результатів досліджень має базуватись на розрахунках статичних і динамічних характеристик у відповідності теорії автоматичного керування, регулювання параметрів технологічних процесів, умов оптимізації алгоритмів динамічного функціонування машин, установок, електротехнологічних та електротехнічних комплексів.

3 ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ РОБОТИ

Зміст розділів роботи, оформлення ПЗ повинні задовольняти ДСТУ 3008-95 або СТП 15-96, графічна частина - вимогам ГОСТ ЕСКД: ГОСТ 2.721 - 82 -ГОСТ 2.759 - 86, ГОСТ 2.701 - 79 - ГОСТ 2.711 -82.

4 ЗАХИСТ РОБОТИ МАГІСТРА

Захист здійснюється у вигляді публічного захисту перед екзаменаційною комісією (ЕК).

До захисту подаються:

повністю оформлена робота з необхідною графічною частиною (конструкторські креслення та плакати з ілюстраціями); відгук керівника роботи; рецензія рецензента;

- зведена відомість про виконання навчального плану з оцінками;

- залікова книжка.

Оцінка роботи здійснюється з результатів захисту роботи, оцінок за навчання, рекомендацій керівника, оцінки рецензента.

ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ ОСНОВНА

- 1 Копылов, И. П. Проектирование электрических машин / Копылов И. П., Горяинов Ф. А., Клоков Б. К. - М. : Высшая школа, 2001. – 468 с.
- 2 Гольдберг, О. Д. Проектирование электрических машин / Гольдберг О. Д., Гурин Я. С., Свириденко И. С. - М. : Высшая школа, 2001. - 431 с.
- 3 Справочник по электрическим машинам. В 2 т. Под общ. ред. И. П. Копылова и Б. К. Клопова. - Т1. - М: Энергоатомиздат, 1989. - 687 с.
- 4 Буль О.Б. Методы расчета магнитных систем электрических аппаратов: Магнитные цепи, поля и программа FEMM: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / О.Б. Буль. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 336 с.
- 5 Байда Е.И. Расчет электромагнитных и тепловых полей с помощью программы FEMM. Приложения / Е.И. Байда. – Харьков, 2015. — 147 с.
- 6 Яримбаш Д. С. Розрахунок параметрів головних шинних пакетів секцій печей графітації змінного струму [Електронний ресурс]: навчальний посібник / Д. С. Яримбаш, С. Т. Яримбаш – Електрон. дані. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2017. ISBN 978-617-529-171-9
Режим доступу: <http://eir.zntu.edu.ua/handle/123456789/2682>
- 7 Метельський, В.П. Електричні машини та мікромашини / Метельський В. П. - Запоріжжя: ЗНТУ, 2001. - 591 с.
- 8 Иванов-Смоленский, А. В. Электрические машины / Иванов-Смоленский А. В. – М. : Энергия, 1980. – 926с.
- 9 Копылов, И. С. Электрические машины / Копылов И. С. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 360с.
- 10 Костенко, М. П. Электрические машины / Костенко М. П., Пиотровский Л. М. – М. : Энергия, 1972. – Ч. 1. – 815с.: Ч. 2. – 712с.
- 11 Проектирование электрических машин. Под ред. И. П. Копылова. – М. : Энергия, 1980. – 495с.
- 12 Сергеев, П. С. Проектирование электрических машин / Сергеев П. С., Виноградов Н. В., Горяинов Ф. А. – М. : Энергия, 1969. – 632с.

13 Электротехнический справочник. Т2. – М. : Энергоатомиздат, 1986. – 711с.

14 Виноградов, Н. В. Производство электрических машин / Виноградов Н. В. – М. : Энергия, 1970.

РОЗДІЛ «ТРАНСФОРМАТОРИ»

15 Тихомиров, П. М. Расчет трансформаторов : учебн. [для студ. вузов] / П. М. Тихомиров. – М. : Энергия, 1986. – 528 с.

16 Аншин, В. Ш. Сборка трансформаторов / В. Ш. Аншин, З. И. Худяков. – М. : «Высшая школа», 1991. – 287 с.

17 Васютинский, С. В. Вопросы теории и расчета трансформаторов / С. В. Васютинский. – Л. : Энергия, 1970. – 432 с.

18 Лейтес, Л. В. Электромагнитные расчеты трансформаторов и реакторов / Л. В. Лейтес. – М. : Энергия, 1981 – 391 с.

19 Автоматизированное проектирование трансформаторов тока: Учеб. пособие / Г. В. Пуйло., В. П.Шевченко., В. В.Гололобов – Одеса: ОПУ 1993.- 118 с.

20 Моделирование и автоматизация проектирования измерительных преобразователей тока / Стогний Б. С., Кириленко А. В., Пуйло Г. В. и др.

21 Чунихин, А. А. Аппараты высокого напряжения: Учеб. пособие для вузов / Чунихин А. А., Жаворнков М. А. – М. : Энергоатомиздат, 1985. – 432 с.

22 Бачурин, Н. И. Трансформаторы тока / Бачурин Н. И. – М. : Л. : Энергия, 1964. – 376 с.

23 Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Інженерне проектування електричних машин та трансформаторів» для студентів спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка (освітня програма «Електричні машини і апарати») усіх форм навчання / Укл.: С.Т. Яримбаш, І.М. Коцур, Т.П. Солодовнікова, І.Д. Галушко. - Запоріжжя: ЗНТУ, 2016, - 62 с.

24 Трансформаторы тока / В. В. Афанасьев., Н. М. Адоньев., В. М. Кибель и др. – Л. : Энергоатомиздат, Ленингр. Отд., 1989. - 416 с.

РОЗДІЛ «АСИНХРОННІ МАШИНИ»

25 Попова, Т.В. Основы проектирования та розрахунку асинхронних машин / Т. В. Попова. – Запоріжжя : ЗНТУ, ВАТ «Мотор Січ», 2007. – 438 с.

26 Справочник. Асинхронные двигатели серии 4А / А. Д. Кравчик, М. М. Шлаф, В.И. Афонин, Е.А. Соболевская. - М.: Энергоиздат, 1982. - 304 с.

27 Унифицированная серия асинхронных двигателей Интерэлектро. / Под ред. В. И. Радина. - М. : Энергоатомиздат, 1990. - 416 с.

28 Попов, И. Современные асинхронные электрические машины / Попов И., Ахунов Т. А., Макаров Л. И. : Новая Российская серия РА. - М. : Энергоатомиздат, 1999.

29 Конструирование асинхронных электрических машин / М. В. Антонов, Г.А. Семенчуков.- М. : изд-во МЭИ, 1996. - 27 с.

30 Учебное проектирование асинхронных двигателей. / Г. К. Семенчуков. - М. : изд-во МЭИ, 2002. - 25 с.

РОЗДІЛ «СИНХРОННІ МАШИНИ»

31 Генераторы трехфазные синхронные мощностью свыше 100 кВт Общие технические условия. ГОСТ 14965-80. – М. : Изд-во стандартов, 1980. – 19с.

32 Домбровский, В. В. Основы проектирования электрических машин переменного тока / Домбровский В. В., Хуторецкий Г. М. – Л. : Энергия, 1974. – 503с.

33 Машины электрические трехфазные синхронные, методы испытаний. ГОСТ 10169-77. – М. : Изд-во стандартов, 1984. – 77с.

34 Методичні вказівки до виконання курсового проекту по проектуванню синхронних машин з дисципліни «Основы автоматизованого проектування електротехнічних пристроїв і електромеханічних систем» для студентів спеціальності 8.092206 «Електричні машини та апарати», усіх форм навчання / Укл. : І. М. Коцур, О. О. Шлянін. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2007. - 30 с.

РОЗДІЛ «МАШИНИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ»

35 Методичні вказівки до курсового проекту з дисципліни «Основи автоматизованого проектування електротехнічних пристроїв та електромеханічних систем» для студентів спеціальності 8.092206 «Електричні машини та апарати» усіх форм навчання / Укл. : І. М. Коцур, О. О. Шлянін. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2006. - 58 с.

ЗАГАЛЬНІ ЛІТЕРАТУРНІ ДЖЕРЕЛА

36 Бутенин Н.В., Лунц Я.Л., Меркин Д.Р. Курс теоретической механики. – С-Пб.: Лань, 1998. – 736с.

37 Душинский В.В., Кравченко С.Г. Моделирование и оптимизация в машиностроении. – Киев: УМК ВО, 1992. – 304 с.

38 Дьяконов В. Mathcad 8/2000: Специальный справочник. – С. – Пб.: Питер, 2001. –592с.

39 Боровиков В. Statistica: Искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов. – С-Пб.: Питер, 2001. – 656с.

40 Виноградова И.А., Олехник С.Н., Садовничий В.А. Задачи и упражнения по математическому анализу. Кн. 1/Под ред. В.А. Садовничего. –2-е издание, перераб. – М.: Высшая школа, 2002. – 725с.

41 Виноградова И.А., Олехник С.Н., Садовничий В.А. Задачи и упражнения по математическому анализу. Кн. 2/ Под ред. В.А. Садовничего. – 2-е издание, перераб. – М.: Высшая школа, 2002. – 712с.

42 Балагуров В.А., Галтеев Ф.Ф. Электрические генераторы с постоянными магнитами. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 280с.

43 Справочник по электрическим машинам.: В 2-х томах/Под общей редакцией И.П. Копылова и Б.К. Клокова. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – Т. 1– 655с.;Т.2. – 495с.

44 Ткачук В.И. Електромеханотроніка. - Львів: Видавництво Нац Унів-ту «Львівська політехніка», 2001. – 404с.

45 Поздеев А. Д. Электромагнитные и электромеханические переходные процессы в частотно регулируемых асинхронных электроприводах. – Чебоксары: Изд-во Чувашского университета, 1998. – 172с.

- 46 Будак Б.М., Самарский А.А., Тихонов А.Н. Сборник задач по математической физике: изд. 3-е, стереотип. – М.: Наука, 1980. – 688с.
- 47 Воронов А.А. Устойчивость, управляемость, наблюдаемость. – М.: Наука, 1979. – 335с.
- 48 Дьяконов В., Круглов В. MATLAB. Анализ, идентификация и моделирование систем. Специальный справочник. – СПб.: Питер, 2002. – 448 с.
- 49 Дьяконов В. Simulink4: специальный справочник. – СПб.: Питер, 2002. – 528 с.
- 50 Дьяконов В., Круглов В. Математические расширения пакета MATLAB. Специальный справочник. – СПб.: Питер, 2001. – 480 с.
- 51 Толочко О.І. Аналіз та синтез електромеханічних систем зі спостерігачами стану. – Донецк: Норд-Прес, 2004. – 298 с.
- 52 Эффективное энергоиспользование и альтернативная энергетика/А.Н.Криволапое, И. Классен и др.; Под ред. А.К. Шидловского. – Киев:УЕЗ,2000. – 302 с.
- 53 Паливно-енергетичний комплекс України на порозі третього тисячоліття. – К.:УЕЗ, 2001. – 400 с.
- 54 Чубайс А.Б. 80 лет развития энергетики. От плана ГОЭЛРО к реструктуризации РАО «ЕЭС России». – М.АО «Информэнерго», 2000. – 528 с.
- 55 Енергетичні ресурси та потоки (за ред. А.К. Шидловського-Київ,УЕЗ. 2003. – 472 с.
- 56 Райбман Н.С., Чадеев В.М. Построение моделей процессов производства. – М.: Энергия, 1975. – 372 с.
- 57 Каминская В., Немура А. Статические методы в идентификации динамических систем / Под ред. А. Немуры. – Вильнюс: Минтае, 1975. – 190 с.
- 58 Расстририн ЛА. Системы экстремального управления. – М. Наука, 1974. – 632 с.
- 59 Ивахненко А.Р. Долгосрочное прогнозирование и управление сложными системами. – Киев: Техника, 1975. – 308 с.
- 60 Згуровский М.З. Интегрированные системы оптимального управления и проектирования. – Киев: Вища школа, 1990. – 351с.
- 61 Киричнов В.Н. Идентификация объектов систем управления технологическими процессами / Под ред. А. А. Краснопрошиной. – Киев: Вища школа, 1990. –263 с.

62 Matlab 7: Программирование и численные методы / Ю. Кетков, А. Кетков, М. Шульц. Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2005. – 752 с.

63 Розв'язання задач електромеханіки в середовищах пакетів Mathcad і Matlab / А. Лозинський, В. Мороз, Я. Паранчук. Львів: НТУ «Львівська політехніка», 2000. – 166 с.

64 Черных И.В. Simulink: инструмент моделирования динамических систем, 2003. – 216 с.

65 ELCUT: Моделирование двумерных полей методом конечных элементов. Санкт-Петербург: TOP, 2009. – 339 с.

66 Калиткин Н.Н. Численные методы. М.: Наука, 1978. – 410 с.

67 Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. М.: Мир, 1975. – 168 с.

68 Рашевский П.К. Геометрическая теория уравнений с частными производными. М.: Гостехтеоретиздат, 1947. – 86 с.

69 Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Прикладні комп'ютерні пакети програм по електромеханіці» для студентів спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка (освітня програма «Електричні машини і апарати») усіх форм навчання / Укл.: Д.С. Яримбаш, С.Т. Яримбаш, Г.В. Дьомічева - Запоріжжя: ЗНТУ, 2016, - 54 с.

70 Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Теплові та гідравлічні розрахунки електричних машин» для студентів спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка (освітня програма «Електричні машини і апарати») усіх форм навчання / Укл.: Д.С. Яримбаш, С.Т. Яримбаш, Г.В. Дьомічева - Запоріжжя: ЗНТУ, 2016, - 39 с.

71 Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Чисельні варіаційні методи в електромеханіці» для студентів спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка (освітня програма «Електричні машини і апарати») усіх форм навчання / Укл.: Д.С. Яримбаш, С.Т. Яримбаш, Г.В. Дьомічева - Запоріжжя: ЗНТУ, 2016, - 50 с.

72 Сегерлинд Л. Применение метода конечных элементов. М.: Мир, 1979. – 389 с.

73 Метод граничных элементов: пер с англ. / Бребия К., Теллес Ж., Вроубер Л. – М.: Мир, 1987. – 524 с.