

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»



ЗАТВЕРДЖУЮ

проректор з наукової роботи

Вадим ШАЛОМЄВ

_____ 2023 р.

ПРОГРАМА

підготовки здобувачів III (освітньо-наукового) рівня вищої освіти

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

освітній ступінь – доктор філософії

ПОГОДЖЕНО

науково-методичною комісією

Електротехнічного факультету

НУ «Запорізька політехніка»

Протокол № 7

від «23» березня 2023 _____

2023

ПЕРЕДМОВА

Програма фахового вступного екзамену за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», складена у відповідності до освітньої програми підготовки спеціалістів III рівня доктора філософії.

Програма враховує основні напрямки наукової роботи кафедр НУ «Запорізька політехніка», специфіку промислових підприємств регіону.

В складанні програми брали участь фахівці кафедр:

- каф.ЕтаЕА – гарант освітньої програми, зав. каф., д.т.н., проф. Петро АНДРІЄНКО;
- каф.ЕПП – к.т.н., доц. Анатолій ЗАБОЛОТНИЙ;
- каф.ЕПП – зав. каф., к.т.н., доц. Олександр ШРАМ;
- каф.ЕПА – зав. каф., к.т.н., доц. Андрій ПИРОЖОК;
- каф.ЕМА – зав. каф., д.т.н., проф. Дмитро ЯРИМБАШ;
- каф.ТЗЕ – зав.каф. д.т.н.,доц. Сергій ТИХОВОД.

Програма має 5 розділів. 3 розділи відповідають назві напрямків програм:

1. Електроенергетика. 2. Електротехніка. 3. Електромеханіка. 4. Методичні вказівки.
5. Перелік рекомендованої літератури.

I. ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА

1.1. Принципи генерації електроенергії з традиційними джерелами енергії. Основні типи генеруючих станцій, їх недоліки і переваги. Обладнання генеруючих станцій.

1.2. Принципи генерації електроенергії з відновлювальними джерелами енергії. Електрообладнання сонячних та вітрових електростанцій. Основні типи генеруючих установ і електростанцій, їх переваги і недоліки.

1.3. Розподіл електроенергії. Енергосистема України. Рівні напруги. Високовольтні розподільчі системи змінного та постійного струму.

1.4. Захисна та комутаційна апаратура високовольтних мереж. Система захисту та релейної автоматики генеруючих станцій, розподільчих систем.

1.5. Поняття гнучких (smart) розподільчих систем. Принципи побудови.

1.6. Розподільчі системи промислових підприємств. Основні схеми розподілу електроенергії, цехові мережі. Захисна та комутаційна апаратура, системи захисту та релейної автоматики. Методи розрахунку аварійних струмів.

1.7. Баланс електричної енергії в системах генерації і розподілу електричної енергії. Основні поняття. Графіки навантажень. Методи розрахунку навантажень.

1.8. Якість електричної енергії. Основні поняття і норми. Електромагнітна сумісність. Джерела несинусоїдальних струмів. Вплив несинусоїдальних струмів і напруг на втрати електроенергії в мережах, в електричних машинах, трансформаторах, комутуючих реакторах та конденсаторах. Ефективність електропостачання.

1.9. Методи і засоби підвищення якості електричної енергії. Принципи побудови компенсуючих та фільтруючих пристроїв. Використання напівпровідникових перетворювачів в електричних мережах як засобу енергозбереження.

1.10. Енергетичний аудит промислових підприємств. Основні положення рахунку оплати електроенергії в умовах ринкових відносин. Методи оцінки енергоефективності технологічних процесів підприємств, енергетичних установ.

1.11. Надійність систем розподілу і споживання електроенергії. Методи аналізу надійності. Методи підвищення надійності.

1.12. Правила безпеки при виробництві та розподілі електричної енергії. Захисне заземлення.

1.13. Принципи проектування розподільчих мереж, систем захисту і діагностики.

1.14. Методи оптимізації та техніко-економічного обґрунтування прийнятих рішень.

1.15. Динаміка енергетичних мереж, методи аналізу та моделювання електромеханічних процесів у режимах пуску, відключення. Системи захисту від перенапруг. Схеми заміщення розподільчих мереж. Розрахунки аварійних режимів. Вибір систем захисту. Електричні та механічні навантаження струмопроводів розподільчих мереж.

1.16. Технологічні процеси при виробництві, монтажі та експлуатації розподільчих мереж та розподільчих пунктів.

1.17. Трансформаторні підстанції. Силкові трансформатори, автотрансформатори в розподільчих системах. Умови правильної роботи. Симетризовані пристрої в високовольтних мережах.

1.18. Системи автоматизованого проектування конструкцій розподільчих мереж, кабельних каналів тощо. Використання комп'ютерних програм при проектуванні (Компас, MathCAD тощо).

II. ЕЛЕКТРОТЕХНІКА

2.1. Поняття про електрику, електричне поле, його характеристики. Електричне коло. Електричний струм. Елементи електричного кола: джерела, приймачі. Заміна фізичних

пристроїв ідеалізованими елементами кола. Вольт-амперна характеристика (ВАХ) елементів. Лінійні і нелінійні елементи. Умови еквівалентності схем заміщення. Топологічні елементи електричного кола. Граф кола. Закон Ома: для ділянки провідника, для гілки з ЕРС, для замкненого кола. Перший і другий закони Кірхгофа.

2.2. Методи розрахунку електричного кола. Теорема компенсації. Перетворення пасивних ділянок електричного кола: послідовне та паралельне з'єднання активних та пасивних елементів. Перенесення ЕРС. Складання рівнянь за законами Кірхгофа за допомогою дерева кола.

2.3 Визначення двополюсника. Теорема про активний двополюсник. Метод активного двополюсника і його використання для розрахунку струму гілки. Схеми Тевенена і Нортона. Передача енергії від активного двополюсника пасивному.

2.4 Основні властивості електричного кола синусоїдного струму і його розрахунок. Миттєві значення струму, напруги. Фаза коливачь, початкова фаза, кут зсуву фаз. Часові діаграми. Діюче значення струму, напруги. Зображення синусоїдних струмів, напруг обертовими векторами та комплексними функціями. Векторні діаграми. Співвідношення між напругами і струмами на елементах кола змінного струму. Закони Кірхгофа для кола змінного струму. Елементи R , L , C при синусоїдному струмі: миттєві функції струму, напруги, потужності. Активна потужність, активний опір. Реактивний опір індуктивності та ємності.

2.5 Активна, реактивна і повна потужності кола. Співвідношення між потужностями і параметрами схеми. Комплексна потужність. Баланс потужностей. Закони Ома і Кірхгофа в комплексній формі. Розрахунок складного кола: методи контурних струмів та вузлових потенціалів в комплексній формі.

2.6 Електричні кола з індуктивно зв'язаними елементами та їх розрахунок. Потоки і потокозчеплення самоіндукції і взаємоіндукції. Узгоджені і неузгоджені струми. Рівняння для напруг. Розрахунок електричного кола з індуктивно зв'язаними елементами. Використання методів рівнянь Кірхгофа та контурних струмів для розрахунку кола з взаємоіндукцією.

2.7 Рівняння для комплексних потужностей 2-х індуктивно зв'язаних елементів. Активні і реактивні потужності взаємоіндукції. Умова передачі енергії від однієї котушки до іншої. Напрямок передачі. Магнітна розв'язка. Трансформатор без феромагнітного осереддя.

2.8 Резонансні явища і частотні характеристики. Основні визначення, векторні діаграми. Частотні характеристики послідовного контуру. Резонанс у паралельному коливальному контурі з втратами. Умови виникнення резонансу. Співвідношення між

струмами і параметрами кола при резонансі. Векторна діаграма резонансного стану. Енергетичні процеси при резонансі. Частотні характеристики реактивних двополосників: частотні характеристики двополосника з одним, двома, трьома реактивними елементами. Нулі і полюси вхідного опору реактивного двополосника.

2.9 Трифазні електричні кола та їх розрахунки. Основні визначення багатофазних систем. Часові і векторні діаграми ЕРС трифазного генератора. Види з'єднань 3-фазного електричного кола. Розрахунок симетричного трифазного кола: розрахункова схема на фазу симетричного 3- фазного кола. Визначення струмів і напруг в розрахунковій схемі та у всіх фазах кола.

2.10 Потужності трифазного кола. Комплексна потужність 3-фазного генератора при відомій системі фазних чи лінійних напруг. Вимірювання активної потужності 3-фазного кола одним, двома чи трьома ватметрами. Баланс потужностей симетричного 3-фазного кола.

2.11 Симетричні складові 3-фазної систем. Опори 3-фазного кола для прямої, зворотної і нульової послідовностей; розрахункові схеми. Розрахунок симетричного споживача при несиметричній системі вхідних напруг (динамічне навантаження). Розрахунок 3-фазного кола з поперечною та повздовжньою несиметрією методом симетричних складових.

2.12 Електричні кола несинусоїдного періодичного струму. Розкладання періодичної несинусоїдної ЕРС в тригонометричний ряд Фур'є. Гармонічний склад симетричних несинусоїдних струмів. Розрахунок миттєвих струмів. Визначення діючих значень струмів та напруг.

2.13 Активна, реактивна та повна потужності несинусоїдного струму. Потужність спотворення. Вплив параметрів кола на форму кривих струмів при несинусоїдних напругах. Резонанс в колах з несинусоїдною ЕРС. Коефіцієнти, що характеризують несинусоїдні струми (напруги). Вимірювання періодичних струмів і напруг.

2.14. Системи прямої, зворотної на нульової послідовності фаз в несинусоїдних фазних та лінійних напругах і струмах симетричного трифазного кола при з'єднанні в зірку чи трикутник. Співвідношення між фазними і лінійними напругами і струмами. Вплив схеми з'єднання обмоток трифазного генератора чи трансформатора на гармонічний склад струмів споживача.

2.15. Чотиріполосники та електричні фільтри. Основні визначення та класифікація чотиріполосника. Система рівнянь чотиріполосника. Експериментальне визначення параметрів чотиріполосників. Схеми заміщення чотиріполосників. Характеристичний та повторний опір чотиріполосника. Постійна передачі. Рівняння чотиріполосника, записані

через гіперболічні функції. Призначення й типи електричних фільтрів. Основні теорії К-фільтрів. К-фільтри верхніх та нижніх частот. Смого - пропускаючи та смого - загороджувальні фільтри.

2.16 Основні визначення, які відносяться до кіл із розподіленими параметрами. Диференційне рівняння однорідної лінії. Розв'язання рівнянь однорідної лінії при усталеному синусоїдальному режимі. Бігучі та стоячі хвилі. Коефіцієнт відображення. Хвильовий опір та коефіцієнт розповсюдження. Лінія з узгодженим навантаженням. Лінія без скажених, лінія без втрат. Режим змішаних хвиль.

2.17 Залежності напруг і потужностей при зміні навантаження лінії передачі. ККД лінії передачі електроенергії, максимальна потужність у навантаженні. Умова передачі енергії при заданій потужності з мінімальними втратами.

2.18. Класичний метод розрахунку перехідних процесів в електричних колах із зосередженими параметрами. Виникнення перехідних процесів та опис їх диференційними рівняннями. Загальне рішення звичайних лінійних диференційних рівнянь із постійними коефіцієнтами. Закони комутації та початкові умови. Вимушений та вільний режими. Розрахунок перехідних процесів у розгалужених колах.

2.19. Операторний метод розрахунку перехідних процесів в електричних колах із зосередженими параметрами. Пряме перетворення Лапласа. Оригінал та зображення. Зображення деяких найпростіших функцій. Зображення напруги на індуктивності та ємності. Закони Кірхгофа та Ома в операторній формі. Розрахунок перехідних процесів в електричних колах операторним методом. Перехід від зображень до оригіналу. Теорема розкладання.

2.20. Розрахунок перехідних процесів методом накладання. Операторний коефіцієнт передачі. Перехідні та імпульсні характеристики електричного кола при дії імпульсної ЕРС. Розрахунок перехідних процесів при дії ЕРС довільної форми. Інтеграл Дюамеля. Послідовність розрахунку за допомогою інтегралу Дюамеля. Використання інтеграла Дюамеля при складній формі напруги.

2.21 Числові метода розрахунку перехідних процесів. Метод змінних стану. Поняття про числові методи інтегрування диференційних рівнянь. Явні та неявні метода інтегрування. Стійкість методів, та похибка методів. Алгоритми різноманітних методів та принципи реалізації їх у вигляді програм для ЕОМ. Поняття про, дискретні струмові моделі реактивних елементів в різноманітних методах. Програми моделювання о ? електричних процесів у складних електричних колах.

2.22 Нелінійні кола постійного струму. Статичні і диференціальні параметри нелінійних елементів електричного кола. Методи розрахунку нелінійного кола: графічний,

графоаналітичний, числовий. Приклади розрахунку нелінійного електричного кола вказаними методами. Сплайн - інтерполяція характеристик нелінійних елементів. Використання методу Ньютона для розрахунку розгалужених нелінійних кіл.

2.23 Електрична дуга. ВАХ електричної дуги. Умови гасіння електричної дуги постійного та змінного струму. Принципи побудови дугогасних комірок з заданою напругою на дузі. Дугогасні камери апаратів високої та низької напруги.

2.24 Основні магнітні характеристики: вектор магнітної індукції, напруженість магнітного поля, магніторушійна сила (МРС), магнітна напруга, магнітний опір. Властивості феромагнітних матеріалів. Закони Кірхгофа для магнітного кола.

2.25 Розрахунок нерозгалуженого магнітного кола: пряма і зворотна задачі. Розрахунок розгалуженого магнітного кола

2.26 Нелінійні кола змінного струму. Котушка з феромагнітним осереддям: втрати в осередді; форми кривих ЕРС, магнітного потоку і струму, еквівалентні синусоїди. Рівняння, векторна діаграма і схема заміщення котушки. Визначення параметрів схеми заміщення котушки з осереддям. Явище ферорезонансу.

2.27 Трансформатор з феромагнітним осереддям: рівняння трансформатора для миттєвих струмів і напруг та в комплексній формі. Приведення трансформатора до одного числа витків. Рівняння, схеми заміщення і векторні діаграми приведенного трансформатора. Визначення параметрів схеми заміщення трансформатора.

2.28 Перехідні процеси в нелінійних колах. Загальна характеристика перехідних процесів у нелінійних колах та методів їх розрахунку. Метод змінних стану.

2.29 Конструкції потужних трансформаторів. Магнітопроводи, обмотки в трансформаторах. Електротехнічні матеріали. Зв'язок основних параметрів трансформаторів з масою активних матеріалів. Методи розрахунків навантажень магнітопроводу в залежності від режимів роботи.

2.30. Засоби охолодження трансформаторів. Масляне і природне охолодження. Переваги і недоліки. Нагрів трансформаторів. Постійна часу нагрівання трансформатору. Методи розрахунку втрат потужності в елементах трансформатора.

2.31 Високовольтні вимірювальні трансформатори струму напруги. Вплив параметрів на клас точності.

2.32. Струмообмежувальні, фільтрові і шунтуючі реактори. Основні характеристики. Схеми заміщення.

2.33. Трансформатори, дроселі, джерела живлення систем управління і діагностики. Вплив рівнів напруги і частоти на габаритні розміри. Магнітні підсилювачі.

2.34. Трансформатори високої потужності підвищувальної частоти. Вплив високих частот на масогабаритні показники. Особливості проектування при живленні прямокутною напругою. Схеми заміщення. Паразитні ємності у трансформаторах.

2.35 Напруженість, електрична напруга та потенціал електростатичного поля. Потенційний характер електростатичного поля. Графічне зображення поля. Електрична індукція. Теорема Гауса в інтегральній формі. Розв'язок задач за допомогою теореми Гауса.

2.36 Електростатичне поле у провідниках. Електростатичне екранування.

2.40 Електрична ємність простих конденсаторів, та її розрахунок.

2.41 Рівняння Пуассона і Лапласа Теорема єдиного рішення. Розв'язок рівнянь Лапласа та Пуассона числовими методами за допомогою комп'ютерів.

2.42 Електричне поле в діелектриках. Поляризація діелектриків. Поляризованість, поверхневі та об'ємні заряди, які з'являються внаслідок поляризації. Напруженість та індукція електричного поля в діелектрику. Заломлення ліній зміщення та напруженості. Метод зображень. Ізоляційні матеріали в електротехніці.

2.43 Електричне поле постійного струму в провідному середовищі. Густина струму. Закон Ома, Джоуля-Ленца і Кірхгофа в диференціальній формі. Рівняння Лапласа для електричного поля в провідному середовищі. Граничні умови. Аналогія між полем в провідному середовищі та електростатичним полем. Загальна характеристика задач розрахунку електричного поля в провідному середовищі та методів їх розв'язання.

2.44 Магнітне поле постійних струмів. Основні величини, які характеризують магнітне поле. Закони Ампера й Біо-Савара. Магнітна стала. Напруженість магнітного поля. Вихровий характер магнітного поля. Закон повного струму. Використання закону повного струму для розрахунку магнітних полів. Магнітна напруга. Скалярний та векторний потенціали та їх використання при розрахунках магнітних полів. Магнітний потік, потокозчеплення, індуктивність котушки. Магнітне поле в магнетиках. Аналогія електричного й магнітного поля. Граничні умови. Загальна характеристика методів розрахунку та дослідження магнітних полів. Магнітне екранування.

2.45 Поле лінійного проводу, поле проводу кругового перерізу, поле двопровідної лінії передачі. Розрахунок індуктивностей. Загальний вираз для взаємної та власної індуктивності.

2.46 Закон електромагнітної індукції. Змінне електромагнітне поле. Поняття про струм зміщення. Рівняння Максвела в інтегральній та диференціальній формі.

2.47 Змінне електромагнітне поле в діелектрику. Рівняння Даламбера, загальне рішення рівняння. Плоска електромагнітна хвиля в діелектрику, фазова швидкість поширення хвилі.

2.48 Теорема Умова-Пойтінга. Змінне електромагнітне поле в провідному середовищі. Полога електромагнітна хвиля в єдиному провідному на півпросторі. Глибина проникнення й довжина хвилі. Магнітний поверхневий ефект. Електричний поверхневий ефект. Ефект близькості. Теорема Умова-Пойтінга, вектор Пойтінга. Приклади використання теореми.

2.49 Міцність і опір ізоляції ЕМ, апаратів, електричного обладнання. Методи випробувань. Норми випробувань. Захисне заземлення. Норми опору заземлення. Залежність повітряних проміжків від рівня напруги та умов навколишнього середовища.

III. ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА

3.1 Електромеханічне перетворення енергії. Узагальнена електрична машина (ЕМ). Основні типи ЕМ. Обмотки електричних машин та відтворення магнітного поля. Електрорушійна сила (ЕРС), індуктована в обмотках.

3.2 Синхронні електричні машини (СЕМ). Принцип дії, конструкція, системи охолодження. Системи збудження СЕМ. Реакція якоря. Електромагнітний момент СЕМ. Характеристики холостого ходу та короткого замикання, навантажувальні, регульовальні. Коливання СЕМ. Паралельна робота, кутові характеристики. Двигуновий та генераторний режими роботи СЕМ. Коефіцієнти корисної дії та потужності. СЕМ як синхронний компенсатор.

3.3 Асинхронні електричні машини (АЕМ). Принцип дії, конструкція, системи охолодження. Електромагнітний момент та ЕРС АЕМ. Механічні характеристики АЕМ. Поняття ковзання. Параметри і схеми заміщення АЕМ. Коефіцієнт корисної дії та потужності. Режими роботи: двигунові, генераторні, гальмування.

Регулювання швидкості (частоти) обертання ЕМ. Регульовальні характеристики ЕМ. Засоби регулювання швидкості (частоти) обертання. Напівпровідникові перетворювачі систем збудження СЕМ, безконтактного пуску та частоти обертання.

Основні закони регулювання частоти обертання АЕМ змінного струму за живлення від джерела напруги або струму. Імпульсні регулятори напруги струму.

3.4 ЕМ постійного струму (ЕМПС). Принцип дії, конструкція, охолодження. Контактні та безконтактні ЕМПС. Системи збудження ЕМПС. Механічні характеристики та вплив системи збудження на механічні характеристики від режимів роботи. Коефіцієнт корисної дії.

3.5 Спеціальні ЕМ. Крокові двигуни, мікромашини виконавчих та інформаційних систем. Принципи дії, основні характеристики.

3.6 Динаміка ЕМ, режими пуску, самозапуск, гальмування ЕМ змінного та постійного струму. Рівняння механічного руху. Перехідні електромеханічні процеси.

3.7 Загальні принципи побудови регульованого електроприводу. Передавальні функції елементів та структурні схеми автоматичного регулювання систем (САР) електроприводу та технологічних процесів. Показники якості процесів керування. Критерії стійкості САР. Метод логарифмічних характеристик, підпорядкованого регулювання, цифрові системи.

3.8 Методи аналізу і синтезу лінійних САР з зазначеними показниками САР. Багатомасові системи та системи з проміжними зв'язками.

3.9 Проектування САР. Практична реалізація передавальних функцій елементів САР. Давачі САР. Вплив характеристик давачів на статичні та динамічні показники.

Аналогові та мікропроцесорні системи. Програмування мікропроцесорних систем САР.

3.10 Багатодвигунові системи електроприводу змінного та постійного струму. Системи узгодженого обертання.

Методи розрахунку струмових навантажень двигунів для усталеного, короткочасного та циклічного короткочасного режимів. Нагрівання ЕМ.

3.11 Основи електромеханіки. Електроприводи роботів.

3.12 Електромеханічні каскадні комплексні системи вентильного каскаду, машини подвійного живлення, асинхронізовані електричні машини. Принципи дії, основні особливості, області використання.

3.13 Джерела живлення системи електроприводу. Силові трансформатори. Багатофазні трансформатори. Випрямлячі, інвертори напруги та струму, імпульсні перетворювачі ДС-ДС. Методи формування напруги струмів для електроприводів.

Електромагнітна сумісність регульованих електроприводів з мережею живлення. Особливості електроприводів з автономними джерелами живлення. Вплив несинусоїдального і пульсуючого струму (напруги) на втрати електроенергії в елементах електроприводу на вибір напруг, навантажень елементів. Коефіцієнти корисної дії та потужності.

3.14 Показники надійності електроприводів, вплив навантажень елементів електроприводу на показники надійності. Методи розрахунку показників надійності.

3.15 Комутаційна та захисна апаратура в електроприводі. Безконтактні та гібридні електричні апарати. Системи захисну електроприводу.

3.16 Вимірювання параметрів системи електроприводу. Давачі напруги, струму, швидкості і кута обертання. Інформаційні системи: аналогові та цифрові.

3.17 Системи охолодження шаф і апаратури системи електроприводу.

3.18 Системи живлення змінного і постійного струму і електроприводи енергоємних виробництв.

3.19 Інформаційні системи енергоємних виробництв.

IV. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

4.1 Приймання вступних іспитів призводиться приймальною комісією, склад якої визначається наказом по університету.

4.2 Вступна комісія визначає зміст питань до вступного протоколу.

4.3 Зміст питань бажано вибирати близько до вибраної теми дисертаційної роботи здобувача. При цьому одне питання обов'язково вибирається з 2-го розділу.

4.4 Відповідь здобувача виконується у письмовому вигляді на бланках з печаткою аспірантури.

4.5 Члени комісії мають право задати відповідно до поставлених у протоколі питань додаткові питання з метою визначення глибини знання відповідної теми.

4.6 Окремо від протокольних запитань, комісія визначає рівень готовності здобувача до виконання вибраної теми, в тому числі:

а) назва і актуальність вибраної теми;

б) наявність попереднього досвіду і вихідних матеріалів, експериментальної бази в університеті або у стейкхолдерів для можливості проведення експерименту.

в) наявність відповідних публікацій здобувача за темою;

4.7 За результатами співбесіди комісія виставляє оцінки за 100-бальною системою.

ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТУРАТУРИ

1. Маліновський Л.Д., Хохулін Б.К. Основи електроенергетики та електропостачання: Підручник. – 2-е вид., перероб. та допов. – Львів: Видавництво НУ «Львівська політехніка». – 2009. – 436 с.
2. Махлін П.В. Конструкції та принципи дії реле на різних елементних базах: навчальний посібник / П.В. Махлін, О.А. Шрам, Є.П. Іваненко – Запоріжжя : Національний університет «Запорізька політехніка», 2020. – 112 с.
3. Махлін П.В. Інтелектуальні пристрої релейного захисту та автоматики: навчальний посібник / П.В. Махлін, С.Ю. Костенко, О.П. Кузьменко – Запоріжжя: Національний університет «Запорізька політехніка», 2020. – 256 с.
4. Немикіна О.В. Поновлювальні та альтернативні джерела енергії. Для студентів спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка: Навч. посібник / О.В. Немикіна – Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 188 с. ISBN 978-617-529-289-1
5. Nemykina O.V., Blyzniakov A.V. Renewable and alternative energy sources: Tutorial with parallel text / O.V. Nemykina, A.V. Blyzniakov – Zaporizhzhia: Zaporizhzhia Polytechnic National University Publishing House, 2021 – 353 p. ISBN 978-617-529-308-9
6. Електромеханічні апарати автоматики/ В.М. Снігірьов, Л.Б. Жорняк. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2016 – 120 с.
7. Snigirov V.M. Electromechanical devices of automation / V.M. Snigirov , L.B. Zhornyak. – Zaporizhzhia: ZPNU, 2020 – 113 p.
8. Афанасьєв О. І. Електричні апарати високої напруги / О.І. Афанасьєв, Л.Б. Жорняк, В.М. Щусь. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2021. - - 356 с.
9. Жорняк, Л. Б. Електричні апарати автоматики та керування / Л.Б. Жорняк, М.В.
10. Антонова, В.В. Василевський. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2022.–414с.
11. Близняков О.В. Дослідження та випробування електричних апаратів: Навчальний посібник.- /О.В. Близняков. – 2-е вид., переробл. і доповн. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2013. – 126с.
12. Близняков О.В. Thermal Behaviour and Analysis of Power Electric and Electronic
13. Equipment = Аналіз теплових режимів силового електричного та електронного обладнання: Навч. посібник. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2014. – 146 с.
14. Андрієнко П.Д., Близняков О.В., Коцур М.І. Switching Transient in Electrical and Electronic Apparatus = Комутаційні процеси в електричних та електронних апаратах: Навчальний посібник. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2021. – 128 с.
15. Тиховод С.М. Використання методів теорії експерименту для оптимізації електротехнічних комплексних систем: Посібник для студентів спеціальності

- 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / С.М. Тиховод, А.В. Пирожок, І.М. Коцур, С.А. Афанасьєва.
16. Тиховод С.М. Моделювання перехідних електромагнітних процесів в трансформаторах на основі магнітоелектричних схем заміщення: Підручник / С.М. Тиховод. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2017. – 94 с.
17. Надійність електрообладнання : Навч. посібник / Д.С. Яримбаш, С.Т. Яримбаш, Т.П. Солодовнікова, Д.О. Літвінов. – Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2022 –146с.
18. Теорія і практика електромагнітних полів та процесів в електротехніці: Навчальний посібник / Мілих В.І. – Харків: ФОП Панов А.Н.,-2019.-374с.
19. Мілих В.І. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка / В.І. Мілих, О.О. Мавьолкін. – Київ: Каравела, 2008. – 688 с.
20. Васьковський Ю.М. Польовий аналіз електричних машин / Ю.М. Васьковський. – Київ: НТУУ «КПІ», 2007. – 192 с.
21. Метельський В.П. Електричні машини та мікромашини: Навчальний посібник, 2-е вид., доповн. і переробл. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2005. – 616 с.
22. Бондаренко В.І. Основи електропривода: Навчальний посібник / В.І. Бондаренко, Ю.О. Крисан. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2013. – 404 с.
23. Бондаренко В.І. Основи електричного привода: Навчальний посібник / В.І. Бондаренко. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2003. – 312 с.
24. Піцан Р. Збірник задач до курсу «Електропривід» : навчальний посібник / Р. Піцан, В. Бардачевський, Б. Бойчук. – Львів : Видавництво Державного університету «Львівська політехніка», 1999. – 426 с.
25. Попович М. Г. Теорія електропривода : підручник / М. Г. Попович. – К.: Вища школа, 1993. – 494 с.
26. Булгар В. В. Теоря електроприводу. Збірник задач / В. В. Булгар. – Одеса: Поліграф, 2006. – 408 с.
27. Попович М.Г., Лозинський О.Ю., Клепиков В.Б. та інш. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи. Навч. посіб. за напрямом «Електромеханіка» / М.Г. Попович, О.Ю. Лозинський, В.Б. Клепиков та інш. – К.: Либідь, 2005. Ч1.– 397 с.; Ч2. – 680 с.
28. Електропривод: Навчальний посібник / Закладний О.М., Прокопенко В.В., Закладний О.О. – Київ: Вища школа, 2009.- 351 с.
29. Теорія електропривода: Підручник / М.Г. Попович, М.Г. Борисюк, В.А. Гаврилюк та ін.; за ред. М.Г. Поповича. –К.: Вища шк., 1993. -494 с.
30. Колб Ант.А., Колб А.А. Теорія електроприводу [Текст]: навч. посібник. – 2-ге вид., перероб. і доп. – Д.: Національний гірничий університет, 2011. – 565 с.
31. Казачковський М.М. Автономні перетворювачі та перетворювачі частоти: навч. посіб. [Електронний ресурс] / М.М. Казачковський ; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Електрон. текст. дані. – 2-ге вид., випр. та допов. – Дніпро.: НГУ, 2017. – 324 с. – Режим доступу: <http://nmu.org.ua>

32. Sadovoi O. Modeling and research of electromechanical systems of cold rolling mills. Monograph. / O. Sadovoi, O. Nazarova, V. Bondarenko, A. Pirozhok, T. Hutsol, T. Nurek, Sz. Glowacki – Krakow: Traicon, 2020. – 138 p.
33. Мехатроніка: циклічно-модульний підхід до вирішення практичних задач автоматизації. / О.П. Губарев, О.С. Ганпанцура. - К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 160 с.
34. Губарев, О.П. Функціональні модулі систем мехатроніки з пневматичними, електромеханічними та гідравлічними виконавчими пристроями: навч. посібник / О.П. Губарев, О.С. Ганпанцура, К.О. Беліков, А.М. Муращенко – К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 104 с.
35. Моделювання електромеханічних систем. Математичне моделювання систем асинхронного електроприводу: навчальний посібник / О. І. Толочко. – Київ, НТУУ «КПІ», 2016. – 150 с.
36. Левчук, І. Л. Теорія і практика ідентифікації об'єктів управління : Монографія / І. Л. Левчук, Г. І. Манко, В. Я. Тришкін, В. І. Корсун. – Дніпро : ДВНЗ УДХТУ, 2019. – 203 с.
37. Островерхов М.Я. Електротехнічні системи на основі електромагнітних виконавчих пристроїв для керування параметрами технологічних процесів: монографія / М.Я. Островерхов. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2017. – 348 с.
38. Механізми пересування мостових кранів: монографія / Є.Д. Слепужников, Н.М. Фідровська, І.С. Варченко. – Харків: НУЦЗУ, 2019. – 124 с.
39. Мікропроцесорна техніка: Електронний підручник / В.Я. Жуйков, Т.О. Терещенко, Ю.С. Ямненко, А.В.Заграничний ; відп. ред. О.В. Борисов. - К., 2016. – 440 с.
40. Попович, М. Г. Теорія автоматичного керування / М. Г. Попович. – Київ : «Либідь», 2007. – 656 с.
41. Потапенко Є. М. Основи теорії та методи автоматичного керування : навчальний посібник / Є. М. Потапенко, А. Є. Казурова // Запоріжжя : ЗНТУ, 2011. – 257 с.
42. Валюх О. А. Елементи теорії автоматичного керування. Лінійні системи неперервної дії : навч. посібник / О. А. Валюх, В. М. Максимів. – Львів : Афіша, 2002. – 124 с.
43. Герасимяк Р. П. Теорія автоматичного керування : збірник задач : навч. посібник / Р.П. Герасимяк. – Одеса : Наука і техніка, 2003. – 108 с.
44. Самотокін Б. Б. Лекції з теорії автоматичного керування : навч. посібник для студ.вузів / Б. Б. Самотокін. – Житомир : ЖІТІ, 2001. – 508 с.
45. Євстіфеев В. О. Теорія автоматичного керування. Частина 1. Безперервні лінійні та нелінійні системи. Навчальний посібник. – Кременчук : ПП Щербатих О. В., 2006. – 288 с.
46. Євстіфеев В. О. Теорія автоматичного керування. Частина 2. Спеціальні системи автоматичного керування. Навчальний посібник. – Кременчук : ПП Щербатих О. В., 2007. – 224 с.
47. Гоголюк П. Ф. Теорія автоматичного керування : навчальний посібник / П. Ф. Гоголюк, Т. М. Гречин. – 2-ге вид., перероб. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2012. – 280 с.
48. Пістун Є. П. Основи автоматики та автоматизації : навч. посібник / Є. П. Пістун, І. Д.Стасюк. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2014. – 336 с.
49. Лущик В.О. Перспективні напрямки удосконалення електричних машин: Монографія / В.О. Лущик. – Київ: Компрінт, 2015. – 265 с.
50. Флора В.Д. Принципи технічної творчості: Навч. посібник. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2006. – 398 с. ISBN 966-7809-57-9.

32. Sadovoi O. Modeling and research of electromechanical systems of cold rolling mills. Monograph. / O. Sadovoi, O. Nazarova, V. Bondarenko, A. Pirozhok, T. Hutsol, T. Nurek, Sz. Glowacki – Krakow: Traicon, 2020. – 138 p.
33. Мехатроніка: циклічно-модульний підхід до вирішення практичних задач автоматизації. / О.П. Губарев, О.С. Ганпанцурова. - К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 160 с.
34. Губарев, О.П. Функціональні модулі систем мехатроніки з пневматичними, електромеханічними та гідравлічними виконавчими пристроями: навч. посібник / О.П. Губарев, О.С. Ганпанцурова, К.О. Беліков, А.М. Муращенко – К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 104 с.
35. Моделювання електромеханічних систем. Математичне моделювання систем асинхронного електроприводу: навчальний посібник / О. І. Толочко. – Київ, НТУУ «КПІ», 2016. – 150 с.
36. Левчук, І. Л. Теорія і практика ідентифікації об'єктів управління : Монографія / І. Л. Левчук, Г. І. Манко, В. Я. Тришкін, В. І. Корсун. – Дніпро : ДВНЗ УДХТУ, 2019. – 203 с.
37. Островерхов М.Я. Електротехнічні системи на основі електромагнітних виконавчих пристроїв для керування параметрами технологічних процесів: монографія / М.Я. Островерхов. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2017. – 348 с.
38. Механізми пересування мостових кранів: монографія / Є.Д. Слепужніков, Н.М. Фідровська, І.С. Варченко. – Харків: НУЦЗУ, 2019. – 124 с.
39. Мікропроцесорна техніка: Електронний підручник / В.Я. Жуйков, Т.О. Терещенко, Ю.С. Ямненко, А.В.Заграничний ; відп. ред. О.В. Борисов. - К., 2016. – 440 с.
40. Попович, М. Г. Теорія автоматичного керування / М. Г. Попович. – Київ : «Либідь», 2007. – 656 с.
41. Потапенко Є. М. Основи теорії та методи автоматичного керування : навчальний посібник / Є. М. Потапенко, А. Є. Казурова // Запоріжжя : ЗНТУ, 2011. – 257 с.
42. Валюх О. А. Елементи теорії автоматичного керування. Лінійні системи неперервної дії : навч. посібник / О. А. Валюх, В. М. Максимів. – Львів : Афіша, 2002. – 124 с.
43. Герасимяк Р. П. Теорія автоматичного керування : збірник задач : навч. посібник / Р.П. Герасимяк. – Одеса : Наука і техніка, 2003. – 108 с.
44. Самотокін Б. Б. Лекції з теорії автоматичного керування : навч. посібник для студ.вузів / Б. Б. Самотокін. – Житомир : ЖІТІ, 2001. – 508 с.
45. Євстіфєєв В. О. Теорія автоматичного керування. Частина 1. Безперервні лінійні та нелінійні системи. Навчальний посібник. – Кременчук : ПП Щербатих О. В., 2006. – 288 с.
46. Євстіфєєв В. О. Теорія автоматичного керування. Частина 2. Спеціальні системи автоматичного керування. Навчальний посібник. – Кременчук : ПП Щербатих О. В., 2007. – 224 с.
47. Гоголюк П. Ф. Теорія автоматичного керування : навчальний посібник / П. Ф. Гоголюк, Т. М. Гречин. – 2-ге вид., перероб. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2012. – 280 с.
48. Пістун Є. П. Основи автоматики та автоматизації : навч. посібник / Є. П. Пістун, І. Д.Стасюк. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2014. – 336 с.
49. Лущик В.О. Перспективні напрямки удосконалення електричних машин: Монографія / В.О. Лущик. – Київ: Компрінт, 2015. – 265 с.
50. Флора В.Д. Принципи технічної творчості: Навч. посібник. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2006. – 398 с. ISBN 966-7809-57-9.

Укладачи

зав. каф. ЕтаЕА, д.т.н., проф.



Петро АНДРІЄНКО

зав. каф. ЕПШ, к.т.н., доц.



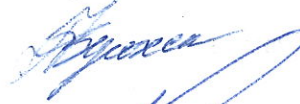
Олександр ШРАМ

к.т.н., доц. каф. ЕПШ



Анатолій ЗАБОЛОТНИЙ

зав. каф. ЕПА, к.т.н., доц.



Андрій ПИРОЖОК

зав. каф. ЕМА, д.т.н., проф.



Дмитро ЯРИМБАШ

зав. каф. ТЗЕ, д.т.н., доц.



Сергій ТИХОВОД