

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

«Українська інженерно-педагогічна академія»

Кафедра електротехніки та електроенергетики

НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ В ЕНЕРГЕТИЦІ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до організації та проведення практичних занять
для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня
за спеціальністю 141 - Електричні станції, мережі та системи

ХАРКІВ --2024

НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ В ЕНЕРГЕТИЦІ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до організації та проведення практичних занять для здобувачів вищої освіти
другого (магістерського) рівня за спеціальністю
141 - Електричні станції, мережі та системи
всіх форм навчання

Електронний ресурс

Обговорено і рекомендовано
на засіданні кафедри
електротехніки та
електроенергетики Протокол
№8 від 21.09.2024 р.

ХАРКІВ –2024

Наукові дослідження в енергетиці. Методичні вказівки до організації та проведення практичних занять для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за спеціальністю 141 - Електричні станції, мережі та системи всіх форм навчання / Укл.: Буданов П.Ф. – Харків, УПА, 2024. - 33 с.

Укладач: Буданов Павло Феофанович, кандидат технічних наук, доцент

Відповідальний за випуск: Чернюк Артем Михайлович, завідувач кафедри електротехніки та електроенергетики, кандидат технічних наук, доцент

Рецензент: Бровко Костянтин Юрійович, канд. тех. наук, доцент (кафедра електротехніки та електроенергетики, ННІ «Українська інженерно-педагогічна академія»).

ПЕРЕДМОВА

Студенти, які навчаються за спеціальністю G3 «Електрична інженерія», повинні володіти сучасними знаннями, методами та практичними навичками проведення наукових досліджень у галузі енергетики. Для цього необхідним є вивчення теоретичного та практичного курсу навчальної дисципліни «Наукові дослідження в енергетиці», яка входить до освітньої програми підготовки магістрів за спеціальністю G3 «Електрична інженерія», зокрема освітніх програм, пов'язаних з електричними станціями, мережами, системами та іншими напрямками сучасної енергетики.

Навчальна дисципліна спрямована на формування у здобувачів системного розуміння сутності наукової діяльності, методології проведення досліджень, способів постановки та розв'язання науково-технічних задач, методів обробки й аналізу експериментальних даних, а також правил оформлення та представлення результатів наукової роботи.

Предметом курсу «Наукові дослідження в енергетиці» є методологічні, теоретичні та практичні засади організації й проведення наукових досліджень енергетичних об'єктів, процесів і систем, а також методи отримання, обробки, аналізу та інтерпретації наукової інформації.

Основними завданнями дисципліни є:

1. формування знань про сутність, структуру та основні етапи наукового дослідження;
2. набуття навичок формулювання наукової проблеми, теми, мети, об'єкта, предмета та завдань дослідження;
3. опанування методів теоретичних, експериментальних, розрахункових і модельних досліджень в енергетиці;
4. формування навичок збору, систематизації, обробки та аналізу наукової інформації;

5. набуття вмінь проводити математичне та комп'ютерне моделювання енергетичних процесів;

6. формування навичок оцінювання достовірності та точності отриманих результатів;

7. опанування принципів підготовки наукових статей, звітів, кваліфікаційних та магістерських робіт.

У результаті вивчення курсу «Наукові дослідження в енергетиці» студент має знати:

сутність, мету та завдання наукових досліджень;

класифікацію та основні види наукових досліджень;

етапи організації та проведення наукової роботи;

принципи формулювання наукової проблеми, гіпотези, мети та завдань дослідження;

основні методи теоретичних та експериментальних досліджень;

принципи організації експерименту в енергетиці;

методи математичного та комп'ютерного моделювання енергетичних процесів;

методи статистичної обробки та аналізу результатів досліджень;

способи оцінювання похибок, достовірності та адекватності отриманих результатів;

принципи академічної доброчесності та правила використання наукових джерел;

основні вимоги до оформлення наукових публікацій, звітів і кваліфікаційних робіт.

У результаті вивчення курсу «Наукові дослідження в енергетиці» студент повинен вміти:

визначати актуальну науково-технічну проблему в енергетиці;

формулювати тему, мету, об'єкт, предмет і завдання дослідження;
здійснювати пошук, відбір та систематизацію наукової інформації;
обирати методи дослідження відповідно до поставлених завдань;
планувати та проводити експериментальні дослідження;
виконувати обробку та аналіз отриманих даних;
будувати математичні та комп'ютерні моделі енергетичних процесів;
оцінювати точність і достовірність результатів;
інтерпретувати результати досліджень та формулювати наукові висновки;
оформлювати результати дослідження у вигляді наукового звіту, статті,
доповіді або кваліфікаційної роботи.

Дисципліна «Наукові дослідження в енергетиці» ґрунтується на знаннях, отриманих студентами під час вивчення загальнотехнічних та професійно орієнтованих дисциплін, зокрема електротехніки, електроенергетики, автоматизації, математичного моделювання, інформаційних технологій, метрології та обробки експериментальних даних.

Набуті знання й практичні навички використовуються під час виконання науково-дослідних робіт, підготовки курсових і магістерських робіт, участі у наукових конференціях, підготовки наукових публікацій, а також у подальшій професійній та науковій діяльності.

Питання, що розглядаються у межах дисципліни, дають можливість сформулювати системне уявлення про сучасні методи дослідження енергетичних об'єктів і систем, навчитися виявляти проблеми їх функціонування, визначати чинники, що впливають на ефективність і надійність енергетичних процесів, а також обґрунтовувати напрями їх удосконалення.

1. Загальні положення

Практикум з дисципліни «Наукові дослідження в енергетиці» спрямований на формування практичних навичок організації та проведення наукового

дослідження, постановки наукової задачі, вибору відповідних методів, обробки експериментальних даних та інтерпретації отриманих результатів.

Особлива увага приділяється формуванню логіки наукового дослідження, роботі з інформаційними джерелами, постановці експерименту, математичному та комп'ютерному моделюванню, оцінюванню достовірності результатів і формулюванню обґрунтованих висновків.

2. Порядок виконання завдань

Кожне практичне завдання рекомендується виконувати за такою структурою:

- визначення проблеми та мети дослідження;
- формулювання об'єкта, предмета і завдань;
- вибір методів дослідження;
- визначення початкових даних;
- виконання розрахунків, моделювання або аналізу;
- обробка та оцінювання отриманих результатів;
- формулювання висновків.

3. Рекомендації студентам

Під час виконання практичних завдань необхідно:

- дотримуватися логічної послідовності проведення дослідження;
- обґрунтовувати вибір методів і вихідних даних;
- перевіряти достовірність використаних джерел;
- правильно використовувати одиниці вимірювання та математичні залежності;
- аналізувати отримані результати, а не обмежуватися лише розрахунками;
- порівнювати результати з теоретичними або нормативними значеннями;
- дотримуватися принципів академічної доброчесності;
- формулювати чіткі й обґрунтовані наукові висновки.

Практикум забезпечує формування у студентів системного підходу до проведення наукових досліджень в енергетиці, навичок постановки та розв'язання науково-технічних задач, обробки й інтерпретації результатів, а також їх практичного використання для підвищення ефективності, надійності та безпеки функціонування енергетичних об'єктів і систем.

	ЗМІСТ	
	Тема практичного заняття	стор
1	Складання звіту про проведення наукових досліджень	9
2	Проведення НДР: Удосконалення автоматизованої системи управління технологічними процесами енергоблоку електростанції	18
3	Складання змісту для кваліфікаційної роботи магістра	22
4	«Оформлення кваліфікаційної роботи магістра»	33

Методичні рекомендації

до практичного заняття з теми:

Складання звіту про проведення наукових досліджень

ЗАВДАННЯ:

Скласти звіт про наукове дослідження на тему " Вплив сонячної електростанцій на енергетику регіонів України".

Початкові дані:

Потужність СЕС: 1 МВт (1000 кВт)

Кількість сонячних панелей: 3333 панелі (при потужності однієї панелі 300 Вт)

Капітальні витрати на будівництво: 1,000,000 USD

Операційні витрати на рік: 20,000 USD (2% від капітальних витрат)

Тариф на продаж електроенергії: 0.20 USD за кВт·год

Методичні рекомендації:

- Для складання звіту про наукове дослідження на тему " Вплив сонячної електростанцій на енергетику регіонів України", студенти повинні зібрати необхідні дані, проаналізувати їх та оформити звіт відповідно до вищезгаданих вимог.
- Студенти повинні уважно поставитися до оформлення та структури роботи, а також до цитування джерел та оформлення посилань відповідно до стандартів наукового письма.

Методичні рекомендації

до складання звіту про наукове дослідження

Титульна сторінка

Назва роботи: Вплив сонячних електростанцій на енергетику регіонів України

Автор: Студент Петренко Павло

Керівник: доктор технічних наук, професор Володимир Кононенко

Навчальний заклад: Київський національний університет енергетики

Дата: Жовтень 2025

Зміст

1. Вступ
2. Методологія дослідження
3. Основна частина (результати дослідження)
4. Обговорення результатів
5. Висновки
6. Список використаних джерел

1. Вступ

У цьому розділі наводиться короткий огляд теми дослідження, її актуальність, мета та завдання дослідження.

Актуальність теми:

В Україні спостерігається швидкий розвиток відновлювальних джерел енергії, зокрема сонячних електростанцій (СЕС). Впровадження сонячних електростанцій може істотно змінити енергетичний ландшафт країни та вплинути на економіку окремих регіонів, зокрема на рівень безробіття, інвестиції, а також на рівень доходів населення.

Мета дослідження:

Оцінити вплив сонячних електростанцій на енергетику регіонів України, визначити основні фактори, що сприяють або перешкоджають розвитку сонячної енергетики.

Завдання дослідження:

1. Оцінити фінансові вкладення в сонячні електростанції.
2. Проаналізувати економічні показники регіонів, де вже функціонують сонячні електростанції.
3. Визначити потенціал розвитку сонячної енергетики в Україні.

2. Методологія дослідження

У цьому розділі описуються методи дослідження, які використовувались для збору даних і їхнього аналізу.

Методи збору даних:

1. Аналіз статистичних даних: Використано відкриті дані з офіційних статистичних звітів Держстату України щодо обсягу виробленої енергії та інвестицій в сонячні електростанції.
2. Інтерв'ю з експертами: Проведено інтерв'ю з представниками компаній, що займаються будівництвом СЕС, а також з місцевими адміністраціями регіонів, де реалізовані проекти.
3. Порівняльний аналіз: Порівняно економічні показники регіонів до і після введення в експлуатацію СЕС.

Методи аналізу даних:

1. Статистичний аналіз фінансових результатів.
2. Статистичний аналіз для оцінки сильних і слабких сторін розвитку СЕС в Україні.
3. Моделювання впливу СЕС на економічні показники регіонів.

3. Основна частина (Результати дослідження)

У цій частині звіту наводяться основні результати дослідження, а також графіки, таблиці або діаграми для візуалізації даних.

Фінансові результати:

У результаті дослідження було виявлено, що інвестиції в СЕС дозволяють регіонам отримати не тільки екологічні вигоди, але й економічні, зокрема, через зниження витрат на енергопостачання та створення нових робочих місць у місцевих громадах.

Економічні показники:

В аналізованих регіонах спостерігається зростання рівня інвестицій на 15-20% після запуску сонячних електростанцій. Також зафіксовано зменшення рівня безробіття на 5%.

Візуалізація:

- Графік 1: Динаміка інвестицій в сонячні електростанції в Україні з 2010 по 2023 рік.
- Таблиця 1: Вплив сонячних електростанцій на економіку регіонів (порівняння до та після введення СЕС).

4. Обговорення результатів

У цьому розділі студент аналізує отримані результати, порівнюючи їх з існуючими дослідженнями.

Обговорення:

Результати показують, що розвиток сонячних електростанцій позитивно впливає на економіку регіонів, зокрема через створення нових робочих місць і залучення інвестицій. Однак існують і певні проблеми, зокрема високі початкові витрати на будівництво станцій та складнощі з підключенням до загальнодержавної енергетичної мережі.

5. Висновки

У висновках студент підсумовує основні результати дослідження, пропонує рекомендації.

Основні висновки:

Сонячні електростанції позитивно впливають на економіку регіонів, але потребують значних початкових інвестицій.

2. Зростання кількості таких станцій може стати важливим фактором економічного розвитку для сільських регіонів України.

Рекомендації:

1. Розробити програми підтримки для малих і середніх підприємств, які інвестують у СЕС.

2. Сприяти розвитку інфраструктури для підключення до енергетичної мережі.

6. Список використаних джерел

1. Іваненко, О. (2023). *Енергетична політика України*. Київ: Наукова думка.

2. Петренко, В. (2022). *Відновлювальні джерела енергії в Україні: потенціал та перспективи*. Харків: Енергетика.

3. Статистичний звіт Держстату України (2023). *Енергетика та інвестиції в Україні*.

4. Закон України "Про альтернативні джерела енергії" (2019).

ПРИКЛАД

Звіту про наукове дослідження:

Звіт про наукове дослідження

Тема: Вплив сонячних електростанцій на енергетику регіонів України

Автор: Студент Петренко Павло

Керівник: доктор технічних наук, професор Володимир Кононенко

Навчальний заклад: Київський національний університет енергетики

Дата: Жовтень 2025

Зміст:

- Вступ
 - Методологія дослідження
 - Основна частина (результати дослідження)
 - Розрахунки для сонячної електростанції потужністю 1 МВт
 - Таблиця з розрахунками
 - Обговорення результатів
 - Висновки
 - Список використаних джерел
-

1. Вступ

Актуальність теми:

В Україні відновлювальні джерела енергії, зокрема сонячні електростанції (СЕС), набувають все більшого значення в контексті зменшення залежності від традиційних енергетичних ресурсів. Крім того, вони мають великий економічний потенціал для розвитку сільських і віддалених регіонів, де існують проблеми з енергозабезпеченням.

Мета дослідження:

Метою цього дослідження є оцінка впливу сонячних електростанцій на енергетику та економіку регіонів України. Зокрема, завдання полягає у проведенні фінансових розрахунків, аналізі економічної ефективності проектів СЕС.

Завдання дослідження:

1. Оцінити фінансові вкладення в сонячні електростанції.
 2. Проаналізувати економічні показники регіонів, де вже функціонують СЕС.
 3. Провести розрахунки терміну окупності для СЕС потужністю 1 МВт.
-

2. Методологія дослідження

Для проведення дослідження були використані наступні методи:

1. **Аналіз статистичних даних** — аналіз статистичних звітів Держстату України та інших джерел щодо виробленої енергії та інвестицій у СЕС.
 2. **Фінансові розрахунки** — визначення капітальних і операційних витрат на будівництво СЕС і доходів від продажу електроенергії.
 3. **Моделювання економічного ефекту** — оцінка терміну окупності та потенціалу для розвитку СЕС в Україні.
-

3. Основна частина (Результати дослідження)

3.1. Розрахунки для сонячної електростанції потужністю 1 МВт

Для оцінки економічної ефективності СЕС потужністю 1 МВт були проведені наступні розрахунки:

Параметри проекту:

- Потужність СЕС: 1 МВт (1000 кВт)
- Кількість сонячних панелей: 3333 панелі (при потужності однієї панелі 300 Вт)
- Річна вироблена енергія: 1,500,000 кВт·год (при коефіцієнті ефективності 1500 кВт·год/кВт на рік)
- Капітальні витрати на будівництво: 1,000,000 USD
- Операційні витрати на рік: 20,000 USD (2% від капітальних витрат)
- Тариф на продаж електроенергії: 0.10 USD за кВт·год

Річний дохід від продажу електроенергії:

$$\text{Річний дохід} = 1,500,000 \text{ кВт} \cdot \text{год} \times 0.10 \text{ USD/кВт} \cdot \text{год} = 150,000 \text{ USD/рік}$$

Термін окупності:

$$\text{Термін окупності} = \frac{1,000,000 \text{ USD}}{150,000 \text{ USD/рік}} = 6.67 \text{ років}$$

3.2. Таблиця з розрахунками

Таблиця 1: Фінансові розрахунки для сонячної електростанції потужністю 1 МВт

Параметр	Значення	Формула для розрахунку	Примітки
Потужність СЕС	1 МВт (1000 кВт)	—	Максимальна потужність станції
Кількість сонячних панелей	3333 панелі	$\frac{\text{Потужність СЕС}}{\text{Потужність однієї панелі}} = \frac{1000 \text{ кВт}}{0.3 \text{ кВт}} = 3333 \text{ панелі}$	При потужності панелі 300 Вт
Річна вироблена енергія	1,500,000 кВт-год	Річна енергія = Потужність СЕС × Коефіцієнт ефективності	При коефіцієнті ефективності 1500 кВт-год/кВт на рік
Капітальні витрати	1,000,000 USD	—	Вартість будівництва та обладнання
Операційні витрати на рік	20,000 USD	Операційні витрати = 0.02 × Капітальні витрати	2% від капітальних витрат на рік
Річний дохід від продажу енергії	150,000 USD	Річний дохід = Річна вироблена енергія × Тариф	Тариф 0.10 USD/кВт-год × 1,500,000 кВт-год
Термін окупності	6.67 років	Термін окупності = $\frac{\text{Капітальні витрати}}{\text{Річний дохід}}$	Капітальні витрати / річний дохід

Результати дослідження

- Термін окупності проекту: Проект сонячної електростанції з окупністю 6,67 років означає, що витрати на встановлення та запуск станції будуть повністю повернуті за цей період. Це свідчить про стійку економічну ефективність проекту в довгостроковій перспективі.

Термін окупності проекту за розрахунками становить 6,67 років, після чого проект почне приносити чистий прибуток."

- Економічні вигоди: Після окупності, проект починає генерувати прибуток. У даному випадку, за 6,67 років проект повертає початкові витрати, а далі починає приносити значну економію. Тривалість вигоди для інвестора після окупності може вимірюватися десятками років (в залежності від терміну служби панелей).

Рекомендації:

- Розробити програми підтримки для малих і середніх підприємств, які інвестують у СЕС.
- Сприяти розвитку інфраструктури для підключення до енергетичної мережі.

Звіт про наукове дослідження:

Склав:

Павло ПЕТРЕНКО

_____ 2026 р.

Методичні рекомендації

до практичного заняття з теми:

Проведення НДР: «Удосконалення автоматизованої системи управління технологічними процесами енергоблоку електростанції»

Завдання:

Розробити чіткий і детальний план дослідження на тему «Удосконалення автоматизованої системи моніторингу та контролю технологічних параметрів технологічного процесу енергоблоку електростанції».

Мета дослідження:

Підвищити ефективність автоматизованої системи управління (АСУ) технологічними процесами енергоблоку електростанції шляхом вдосконалення алгоритмів, програмного забезпечення та обладнання, що використовуються для моніторингу і контролю енергетичних та технологічних параметрів.

2. Завдання дослідження:

1. Оцінка ефективності існуючої автоматизованої системи управління на енергоблоці.
2. Визначення можливих проблем і обмежень в поточній АСУ (недосконалість алгоритмів, помилки в програмному забезпеченні, збої в обладнанні).
3. Розробка удосконалених алгоритмів управління для оптимізації технологічних процесів.
4. Проведення тестування і моделювання удосконалених алгоритмів на базі сучасних систем управління.
5. Визначення економічної ефективності впровадження нових рішень в АСУ.
6. Розробка рекомендацій щодо модернізації програмного забезпечення та обладнання АСУ.

3. Методи дослідження:

3.1. Аналіз існуючих систем:

- Вивчення технічної документації та звітів про експлуатацію існуючих АСУ ТП енергоблоку.

- Порівняльний аналіз ефективності поточної системи управління з іншими аналогічними системами.

3.2. Моделювання технологічних процесів:

- Створення математичних моделей процесів енергоблоку для аналізу роботи АСУ за допомогою спеціалізованих програм (наприклад, MATLAB, Simulink).
- Моделювання впливу змін в алгоритмах управління на основні параметри енергоблоку.

3.3. Алгоритмічний аналіз:

- Розробка та тестування нових алгоритмів управління для оптимізації роботи енергоблоку (адаптивне управління, керування з урахуванням нейронних мереж або методів машинного навчання).

3.4. Експериментальний метод:

- Проведення тестів на реальних енергоблоках для порівняння ефективності старих і нових версій АСУ.
- Встановлення додаткових датчиків і систем моніторингу для збору додаткових даних про роботу АСУ.

3.5. Аналіз економічної ефективності:

- Визначення вартості модернізації АСУ, порівняння з вигодами від підвищення ефективності енергоблоку.
- Оцінка економічної доцільності впровадження нових алгоритмів і технологій в автоматизовану систему управління.

4. Етапи дослідження:

4.1. Підготовчий етап:

- Огляд існуючих автоматизованих систем управління енергоблоками.
- Збір даних про роботу поточної АСУ, аналіз проблем та дефектів у програмному забезпеченні та обладнанні.
- Визначення параметрів, які необхідно оптимізувати для підвищення ефективності енергоблоку.

4.2. Теоретичний етап:

- Аналіз сучасних методів автоматизованого управління технологічними процесами на енергоблоках.
- Розробка теоретичних основ для створення нових алгоритмів управління.
- Оцінка застосовності передових технологій (наприклад, адаптивного управління, нейронних мереж, машинного навчання) для удосконалення існуючої АСУ.

4.3 Розробка та тестування удосконалених алгоритмів:

- Розробка алгоритмів для оптимізації технологічних процесів, враховуючи потреби енергоблоку (наприклад, скорочення витрат палива, зменшення енергетичних втрат, покращення стабільності роботи).
- Моделювання роботи запропонованих алгоритмів на спеціалізованих програмних платформах.
- Тестування алгоритмів на тестових енергоблоках або в умовах моделювання.

4.4. Впровадження удосконалених алгоритмів на енергоблоках:

- Розробка інтерфейсу для впровадження нових алгоритмів в існуючі АСУ.
- Впровадження нових алгоритмів в реальну експлуатацію на енергоблоках електростанції.
- Проведення оцінки ефективності роботи АСУ після впровадження удосконалених алгоритмів (вимірювання продуктивності, енергетичних та економічних показників).

4.5. Аналіз результатів та економічна оцінка:

- Порівняння параметрів роботи енергоблоку до і після удосконалення АСУ.
- Оцінка економічних вигод від модернізації АСУ (зниження витрат на паливо, збільшення ККД, зменшення викидів CO₂).
- Підготовка звіту з результатами дослідження та рекомендаціями для подальшого вдосконалення.

5. Очікувані результати дослідження:

- Визначення можливих шляхів удосконалення автоматизованих систем управління технологічними процесами енергоблоків.
- Розробка ефективних алгоритмів управління, що дозволяють підвищити стабільність та економічність роботи енергоблоку.

- Впровадження новітніх технологій, які знижують витрати енергії та покращують екологічні показники роботи електростанції.
- Підвищення рівня автоматизації та зниження людського фактору в управлінні енергоблоком.

6. Оцінка результатів:

- Технічні показники: підвищення ККД, зменшення часу простоїв, зниження енергетичних втрат.
- Економічні показники: зниження витрат на паливо, скорочення витрат на обслуговування.
- Екологічні показники: зменшення викидів CO_2 і шкідливих речовин у атмосферу.

Методичні рекомендації

до практичного заняття з теми:

«Складання змісту для кваліфікаційної роботи магістра»

1. Вступ

1.1. Актуальність теми дослідження

Вступ до теми повинен починатися з обґрунтування необхідності дослідження методів ідентифікації параметрів синхронних машин у контексті сучасних вимог до релейного захисту та протиаварійної автоматики. Потрібно підкреслити важливість точності вимірювання та ідентифікації параметрів для підвищення надійності та безпеки енергетичних систем, оскільки сучасні електричні мережі потребують швидкого реагування в аварійних ситуаціях.

1.2. Мета та завдання роботи

Метою роботи є розробка методу ідентифікації параметрів синхронних машин, який забезпечить точність і ефективність функціонування протиаварійної автоматики та релейного захисту в експлуатаційних режимах. Завданнями можуть бути: аналіз існуючих методів, розробка нового методу, верифікація методу через експерименти або моделювання.

1.3. Об'єкт та предмет дослідження

Об'єктом дослідження є синхронні машини, які використовуються в енергетичних системах для генерації електричної енергії. Предметом дослідження є методи ідентифікації їх параметрів в умовах реальних експлуатаційних режимів.

1.4. Методи дослідження
Зазначте методи, які будуть використовуватись: математичне моделювання, числові методи, експериментальні дослідження, аналіз методів ідентифікації, порівняння з існуючими підходами.

1.5. Структура роботи
Опис структури роботи, вказати, які питання будуть розглянуті в кожному розділі.

РОЗДІД І

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ СИНХРОННИХ МАШИН

1.1. Короткий огляд теоретичних основ синхронних машин
Огляд основних принципів роботи синхронних машин, їх конструктивних особливостей, принципів генерування електричної енергії, та важливості точності визначення параметрів машин для стабільної роботи енергетичних систем.

1.2. Огляд методів ідентифікації параметрів синхронних машин
Розгляд існуючих методів ідентифікації параметрів синхронних машин, таких як: методи на основі спостережень за електричними характеристиками, методи на основі моделей диференціальних рівнянь, використання методу least squares, методи ідентифікації на основі стохастичних процесів.

1.3. Аналіз методів, що застосовуються в умовах експлуатаційних режимів
Оцінка ефективності та точності цих методів у реальних умовах

експлуатації, де параметри синхронних машин можуть змінюватися залежно від навантаження, швидкості обертання, температури, а також інших змінних факторів.

1.4. Порівняння існуючих підходів та їх застосування в протиаварійній автоматичі та релейному захисті
Порівняння переваг та недоліків існуючих методів ідентифікації, зокрема в контексті використання для налаштування протиаварійної автоматики та релейного захисту. Визначення, які методи є найбільш підходящими для цих цілей.

РОЗДІЛ II

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИНХРОННИХ МАШИН В ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ РЕЖИМАХ

2.1. Моделі синхронних машин для ідентифікації параметрів
Опис математичних моделей, що застосовуються для ідентифікації параметрів синхронних машин. Наприклад, диференціальні рівняння, моделі на основі системи стану, просторові моделі.

2.2. Вибір математичних моделей для протиаварійної автоматики
Пояснення, чому обрана певна модель для аналізу параметрів синхронних машин в умовах аварійної ситуації. Врахування таких факторів, як стійкість, точність та швидкість реакції при використанні в реальному часі.

2.3. Аналіз впливу різних режимів роботи на параметри синхронної машини

Дослідження того, як різні режими роботи (пуск, стабільний режим, аварійний режим) впливають на параметри машини. Це може включати зміни в опорах, індуктивності, струмах, напругах і швидкості обертання.

РОЗДІЛ III

РОЗРОБКА МЕТОДУ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ СИНХРОННИХ МАШИН

3.1. Опис методу ідентифікації

Детальний опис нового методу, що пропонується для ідентифікації параметрів синхронних машин, включаючи використання відповідних алгоритмів або нових підходів до збору та аналізу даних.

3.2. Алгоритм реалізації методу

Опис покрокової реалізації методу, алгоритм збору і обробки даних, а також вирішення рівнянь або моделей, що описують синхронну машину в експлуатаційному режимі.

3.3. Особливості застосування методу в експлуатаційних режимах

Окреслення особливостей застосування цього методу в реальних умовах, коли параметри можуть бути нестабільними, і необхідно постійно коригувати алгоритм для врахування цих змін.

3.4. Визначення точності та ефективності методу

Оцінка точності та ефективності методу через тестування, порівняння з існуючими підходами, а також визначення меж застосування цього методу для різних типів синхронних машин.

РОЗДІЛ IV

РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДУ В ПРОТИАВАРІЙНІЙ АВТОМАТИЦІ ТА РЕЛЕЙНОМУ ЗАХИСТІ

4.1. Вимоги до протиаварійної автоматики та релейного захисту

Опис основних вимог, що ставляться до систем протиаварійної автоматики та релейного захисту, зокрема вимоги до часу спрацювання, точності та надійності.

4.2. Інтеграція методу ідентифікації параметрів в систему протиаварійної автоматики

Детальне пояснення того, як метод ідентифікації може бути інтегрований у вже існуючі системи протиаварійної автоматики та релейного захисту, які алгоритми будуть використовуватися для прийняття рішень.

4.3. Оцінка ефективності застосування методу в релейному захисті

Оцінка того, як застосування методу дозволить поліпшити роботу релейного захисту, скоротити час спрацювання захисних пристроїв і знизити ризики аварій.

4.4. Приклади та дослідження в умовах реальної експлуатації

Реальні приклади застосування методу для релейного захисту в експлуатаційних умовах, зокрема при нормальних і аварійних режимах роботи.

РОЗДІЛ V

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВЕРИФІКАЦІЯ МЕТОДУ

5.1. Опис експериментальних установок

Опис лабораторного чи польового обладнання для тестування методу. Це може бути реальна синхронна машина, моделювання або спеціалізоване тестове обладнання.

5.2. Результати тестування методу ідентифікації параметрів

Показ результатів, отриман

их в процесі експериментів, включаючи графіки, таблиці та порівняння з теоретичними даними.

5.3. Порівняння теоретичних та експериментальних результатів

Порівняння прогнозованих результатів із фактичними, що допоможе визначити точність методу і можливі корективи.

5.4. Висновки з експериментального дослідження

Аналіз результатів тестування, зокрема переваги та недоліки методу в умовах реальної експлуатації.

ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

6.1. Аналіз точності та надійності методу

Оцінка точності і надійності розробленого методу на основі отриманих експериментальних результатів.

6.2. Переваги та обмеження запропонованого підходу

Опис сильних та слабких сторін запропонованого методу.

6.3. Проблеми та перспективи подальших досліджень
Можливі проблеми, що виникли під час дослідження, та напрямки для подальших наукових робіт.

ВИСНОВКИ

1. Основні результати роботи
Підсумок основних результатів і висновків, отриманих у процесі дослідження.

2. Рекомендації щодо впровадження методу в реальні системи
Рекомендації для енергетичних компаній та операторів систем.

3. Пропозиції для подальших досліджень
Пропозиції щодо розвитку та вдосконалення методу в майбутньому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Перелік наукових статей, книг, технічних звітів та інших джерел, використаних у роботі.

ДОДАТКИ

Додаткові матеріали, такі як програмний код, алгоритми, графіки, таблиці та інші документи, що підтримують основну частину роботи.

ПРИКЛАД

Складання змісту для кваліфікаційної роботи магістра на тему "Розробка методу ідентифікації параметрів синхронних машин в експлуатаційних режимах для протиаварійної автоматики та релейного захисту".

Зміст

1. Вступ
 - 1.1. Актуальність теми дослідження
 - 1.2. Мета та завдання роботи
 - 1.3. Об'єкт та предмет дослідження
 - 1.4. Методи дослідження
 - 1.5. Структура роботи
2. Аналіз існуючих методів ідентифікації параметрів синхронних машин
 - 2.1. Короткий огляд теоретичних основ синхронних машин
 - 2.2. Огляд методів ідентифікації параметрів синхронних машин
 - 2.3. Аналіз методів, що застосовуються в умовах експлуатаційних режимів
 - 2.4. Порівняння існуючих підходів та їх застосування в протиаварійній автоматиці та релейному захисті
3. Математичне моделювання синхронних машин в експлуатаційних режимах
 - 3.1. Моделі синхронних машин для ідентифікації параметрів
 - 3.2. Вибір математичних моделей для протиаварійної автоматики

3.3. Аналіз впливу різних режимів роботи на параметри синхронної машини

4. Розробка методу ідентифікації параметрів синхронних машин

4.1. Опис методу ідентифікації

4.2. Алгоритм реалізації методу

4.3. Особливості застосування методу в експлуатаційних режимах

4.4. Визначення точності та ефективності методу

5. Реалізація методу в протиаварійній автоматичі та релейному захисті

5.1. Вимоги до протиаварійної автоматики та релейного захисту

5.2. Інтеграція методу ідентифікації параметрів в систему протиаварійної автоматики

5.3. Оцінка ефективності застосування методу в релейному захисті

5.4. Приклади та дослідження в умовах реальної експлуатації

6. Експериментальне дослідження та верифікація методу

6.1. Опис експериментальних установок

6.2. Результати тестування методу ідентифікації параметрів

6.3. Порівняння теоретичних та експериментальних результатів

6.4. Висновки з експериментального дослідження

7. Обговорення результатів дослідження

7.1. Аналіз точності та надійності методу

7.2. Переваги та обмеження запропонованого підходу

7.3. Проблеми та перспективи подальших досліджень

8. Висновки

8.1. Основні результати роботи

8.2. Рекомендації щодо впровадження методу в реальні системи

8.3. Пропозиції для подальших досліджень

9. Список використаних джерел

10. Додатки

10.1. Алгоритми та програмне забезпечення

10.2. Графіки та таблиці результатів експериментальних досліджень

10.3. Інші додатки

Завдання: Скласти зміст для кваліфікаційної роботи магістра з теми:

1. Аналіз перспектив розвитку автоматизованих систем управління технологічними процесами енергоблоку електростанції.

2. Удосконалення систем автоматизованого контролю параметрів ядерного реактора для підвищення рівня енергетичної безпеки атомної електростанції.

3. Розробка методу контролю параметрів сонячної батареї для підвищення рівня енергетичної безпеки сонячної електростанції.

4. Розробка методу оцінки показників енергобезпеки на об'єктах електроенергетики»

5. Удосконалення автоматизованого методу контролю технологічних параметрів енергоблока для забезпечення енергобезпеки електричної станції.

6. Розробка інтегрованого методу контролю параметрів ядерного реактора для забезпечення енергобезпеки атомної електростанції.

7. Комп'ютерне моделювання характеристик сонячного елемента для підвищення стабільності роботи сонячної батареї.

8. Удосконалення автоматизованого методу контролю процесів енергозбереження на об'єктах електроенергетики.

Методичні рекомендації

до практичного заняття з теми:

«Оформлення кваліфікаційної роботи магістра»

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ УКРАЇНСЬКА ІНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГІЧНА АКАДЕМІЯ

Факультет Енергетики і автоматизації

Кафедра Фізики, електротехніки і електроенергетики

Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітньо-професійна програма Електричні станції, мережі та системи

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

_____ (підпис)

к.т.н., доцент Артем ЧЕРНЮК
(науковий ступінь, вчене звання, ім'я, прізвище)

«___» _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу дипломну роботу
другого (магістерського) рівня вищої освіти
здобувачу вищої освіти Віталію КОЛЕСНИКУ

1. Тема Розробка методу ідентифікації параметрів синхронних машин в експлуатаційних режимах для протиаварійної автоматики та релейного захисту затверджена наказом по академії №___ від «___» _____ 20__ р.

2. Термін здачі закінченої роботи «___» _____ 20__ р.

3. Вихідні дані до роботи/проєкту: Теоретичні та практичні розробки вітчизняних та зарубіжних авторів за темою роботи, періодичні видання, характеристики та параметри роботи синхронних машин в експлуатаційних режимах.

4. Зміст роботи/проєкту (перелік питань, які належить розробити):

РОЗДІЛ 1 ІДЕНТИФІКАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ СИНХРОННИХ МАШИН У КОНТЕКСТІ РОЗВИТКУ СУЧАСНОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ; РОЗДІЛ 2. ІДЕНТИФІКАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ СИНХРОННОЇ МАШИНИ; РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА СПОСІБ УПРАВЛІННЯ ВКЛЮЧЕННЯМ СИНХРОННОЇ МАШИНИ В ЕЛЕКТРИЧНУ МЕРЕЖУ З ЇЇ ПАРАМЕТРИЧНОЮ ІДЕНТИФІКАЦІЄ

5.Перелік графічного матеріалу (презентаційний матеріал):

Слайди презентації

6. Консультант:

Розділ	Консультант	Підпис, дата		Оцінка (бали)
		Завдання видав	Завдання прийняв	

7. Дата видачі завдання« ____ » _____ 20 ____ р.

Керівник

_____ Костянтин БРОВКО
(підпис) (ім'я, прізвище)

Завдання прийняв до виконання

_____ Віталій КОЛЕСНИК
(підпис) (ім'я, прізвище)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН-ГРАФІК

виконання кваліфікаційної дипломної роботи

№ з/п	Назва етапів роботи та питань, які мають бути розроблені відповідно до завдання	Термін виконання	Позначки керівника про виконання завдань
1	Визначення актуальності теми дослідження	01.10.22 – 05.10.22	
2	Проведення аналізу наукової літератури	06.10.22 – 15.10.22	
3	Виконання першого розділу дипломної роботи	16.10.22 – 29.10.22	
4	Виконання другого та третього розділів дипломної роботи	30.10.22 – 26.11.22	
56	Оформлення пояснювальної записки	27.11.22 – 07.12.22	

Студент (ка)

_____ Віталій КОЛЕСНИК
(підпис) (ім'я, прізвище)

Нормоконтроль

_____ Юлія ОЛІЙНИК
(підпис) (ім'я, прізвище)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКА ІНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГІЧНА АКАДЕМІЯ

Кафедра Фізики, електротехніки і електроенергетики

АКТ
перевірки на унікальність

№ _____ від _____

За результатами перевірки кваліфікаційної дипломної роботи
(вид праці)

Віталій КОЛЕСНИК

Назва (тема): Розробка методу ідентифікації параметрів синхронних машин в експлуатаційних режимах для протиаварійної автоматики та релейного захисту
встановлено, що

рівень унікальності тексту за системою перевірки складає _____ %;

правомірні запозичення не менш _____ %

разом добросовісного тексту не менш _____ %.

Засоби, які використовувались для перевірки _____
Unichек

Висновки _____ **Рівень** _____ **оригінальності** _____ **задовольняє** _____ **встановленим**
вимогам _____

Завідувач кафедри
(підпис) (ім'я, прізвище)

_____ Артем ЧЕРНЮК

Відповідальна особа
(підпис) (ім'я, прізвище)

_____ Ганна МОСІЄНКО

Керівник праці (студента)
(підпис) (ім'я, прізвище)

_____ Костянтин БРОВКО

З актом ознайомлений(-на)
Автор праці
(підпис) (ім'я, прізвище)

_____ Віталій КОЛЕСНИК

ВІДГУК
наукового керівника кваліфікаційної дипломної роботи
“другого (магістерського)” рівня вищої освіти

виконаного на тему: «Розробка методу ідентифікації параметрів синхронних машин в експлуатаційних режимах для протиаварійної автоматики та релейного захисту»

студентом Віталієм КОЛЕСНИКОМ

Магістерська робота Колесника В. В. спрямована на теоретичне обґрунтування та практичне рішення актуального для сучасної української енергетики питання – розробки нових методів визначення параметрів синхронної машини, які на основі актуальної інформації про режимні параметри в умовах експлуатації дозволяють створювати системи з автоматичною ідентифікацією параметрів обладнання, яке увімкнено в мережу .

Це особливо важливо у зв'язку з тим, що в даний час в ОЕС все частіше з'являються невеликі когенераційні станції (до 25 МВА) з генераторами малої потужності, які стають все більш конкурентоспроможними.

Вважаю, що зміст роботи повністю відповідає вимогам до кваліфікованих магістерських робіт, а тема є актуальною.

Магістрант працював над магістерською кваліфікаційною роботою систематично, сумлінно протягом усього періоду, роботу представляв вчасно. Робота виконана на високому теоретичному рівні. У цілому магістерська кваліфікаційна робота не має істотних недоліків. Відповідає всім вимогам, пропонованим до магістерських кваліфікаційних робіт і при успішному захисті заслуговує оцінки «відмінно».

Керівник кваліфікаційної
дипломної роботи:
к.т.н., доцент

Костянтин БРОВКО

РЕЦЕНЗІЯ
на кваліфікаційну дипломну роботу
“другого (магістерського)” рівня вищої освіти

виконаного на тему: «Розробка методу ідентифікації параметрів синхронних машин в експлуатаційних режимах для протиаварійної автоматики та релейного захисту»

студентом Віталієм КОЛЕСНИКОМ

Проблеми теоретичного плану та практичного застосування концепції розумних мереж актуалізують питання ідентифікації параметрів обладнання.

Вони стають одними з ключових для надання вільного доступу до мережі нових елементів, як на стадії проектування, так і в процесі експлуатації, залишаються досить важкими, оскільки вимагають врахування та узгодження великої кількості різнорідних взаємовпливових факторів.

Здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти, правильно виділив важливий напрямок розвитку систем управління енергосистемами в умовах розвитку сучасної електроенергетики. Застосування для цього завдання синхронізованих векторних вимірювань параметрів електричних режимів дозволяє забезпечити більш високу ефективність роботи електроенергетичної системи за рахунок зниження системних обмежень за умови сталої роботи шляхом ефективного керування синхронними машинами.

Теоретична частина роботи написана на основі ретельного вивчення значної кількості літератури як закордонних так і вітчизняних авторів, що дозволило викласти грамотно й обґрунтовано матеріал.

Зауваження: В роботі написано «По суті, електрична мережа повинна сама може визначати тип та параметри обладнання, а також проводити автоматичне налаштування відповідних автоматик, коригувати уставки релейних захистів та все це в он-лайн режимі». Малось на увазі мережа чи система управління режимами мережі?

Робота виконана на високому теоретичному рівні. В цілому магістерська кваліфікаційна робота не має істотних недоліків, відповідає всім вимогам пропонуваним до магістерської кваліфікаційної роботи і при успішному захисті заслуговує оцінки «відмінно».

Рецензент:
к.т.н., доцент

Олег ПОДОЛЯК

