


**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра електропостачання ім. проф. В.М. Синькова

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**
Директор ННІ ЕАЕ
В.В. Каплун
“ ” 2022_р.

“СХВАЛЕНО”
на засіданні кафедри електропостачання
ім. проф. В.М. Синькова
Протокол № __ від “ ” 2022_р.


Завідувач кафедри
В.В. Козирський

“РОЗГЛЯНУТО”
Гарант ОП __ ЕЕЕ (магістр) __

Гребченко М.В.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

“ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ

В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ”

(назва навчальної дисципліни)

спеціальність 141 «Енергетика, електротехніка і електромеханіка»

освітня програма «Енергетика, електротехніка і електромеханіка»

ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження

Розробники:

доцент, д.т.н., доцент А.П. Нікіфоров
(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2022 р.

1. Опис навчальної дисципліни.

“ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ”

(назва)

| | | |
|--|---|-----------------------|
| Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень | | |
| Освітній ступінь | <i>Магістр</i> | |
| Спеціальність | <i>141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i> | |
| Освітня програма | <i>Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i> | |
| Характеристика навчальної дисципліни | | |
| Вид | Вибіркова | |
| Загальна кількість годин | 120 | |
| Кількість кредитів ECTS | 4 | |
| Кількість змістових модулів | 4 | |
| Курсовий проект (робота) (якщо є в робочому навчальному плані) | 0 | |
| Форма контролю | екзамен | |
| Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання | | |
| | денна форма навчання | заочна форма навчання |
| Рік підготовки | 2021-2022, 2 | - |
| Семестр | 3 | - |
| Лекційні заняття | 20 год. | - |
| Практичні, семінарські заняття | 10 год. | - |
| Лабораторні заняття | 20 год. | - |
| Самостійна робота | 70 год. | - |
| Індивідуальні завдання | - | - |
| Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних самостійної роботи студента – | 6 год. | - |

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни є надання майбутнім інженерам-електрикам необхідних теоретичних і практичних знань із принципів побудови, функціонування систем та пристроїв, функціонуючих на основі штучного інтелекту для аналізу та керування процесами в електроенергетиці; та необхідного програмного забезпечення для їх роботи; ознайомлення із перспективними розробками технічних засобів керування.

Завдання:

- засвоєння принципів розробки алгоритмів роботи систем електропостачання, функціонуючих на основі штучного інтелекту;
- набуття знань і навиків використання алгоритмів керування режимами роботи електроенергетичних систем при проектуванні систем електропостачання, функціонуючих на основі штучного інтелекту;
- формування знань керування режимами електропостачання.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- теоретичні основи побудови алгоритмів керування електростанцій, підстанцій і ліній електропередач, функціонуючих на основі штучного інтелекту;
- принципи реалізації алгоритмів;
- технічне виконання пристроїв автоматичного керування систем електропостачання;
- основні принципи збору, передачі та обробки інформації про роботу енергосистеми;
- основні принципи роботи автоматизованої системи контролю і управління електроспоживання, енергосистем, функціонуючих на основі штучного інтелекту;

вміти:

- створювати алгоритми систем автоматичного керування режимами електропостачання, функціонуючих на основі штучного інтелекту;
- проектувати алгоритми роботи окремих елементів систем;
- створювати математичні моделі функціонування систем.

спеціальні компетентності

загальними:

K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.

K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

K05. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

K06. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

K08. Здатність працювати автономно.

K10. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

фаховими:

K11. Здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проектування і розрахунків (САПР).

K12. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.

K13. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг.

K14. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики.

K15. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу.

K16. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії.

K17. Здатність розробляти проекти електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування із дотриманням вимог законодавства, стандартів і технічного завдання.

K18. Здатність виконувати професійні обов'язки із дотриманням вимог правил техніки безпеки, охорони праці, виробничої санітарії та охорони навколишнього середовища.

K19. Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.

K20. Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

K21. Здатність оперативно вживати ефективні заходи в умовах надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах.

3. Програма навчальної дисципліни для:

- для повного терміну денної (заочної) форми навчання;
- скороченого терміну денної (заочної) форми навчання.

Змістовний модуль 1. Засоби розробки алгоритмів штучного інтелекту для систем електропостачання

Тема лекційного заняття 1. Введення в предмет. Видача завдання. Список літератури. Необхідні знання із попередніх курсів. Загальні положення. Класифікація навчальних дисциплін, що вивчають електроенергетичні задачі. Поняття про штучний інтелект в задачах управління енергооб'єктами. Загальний стан та концепції розвитку електроенергетики (смарт-грид, цифрова підстанція, аутсорсинг послуг). Ієрархічні рівні обробки інформації в енергосистемі. Задачі, що привели до появи різних типів штучного інтелекту (нейронні мережі, фазі-логіка, структурно-інформаційний метод). Можливості різних типів штучного інтелекту. Реалізація концепцій розвитку електроенергетики на основі штучного інтелекту. Постановка задач алгоритмізації і оптимізації роботи об'єкту управління. Характеристики, якісні показники та недоліки методів. Задачі, що

можуть бути рішенні різними типами штучного інтелекту. Приклад вирішення завдань наскрізного моделювання в САПР. Методи цифрової фільтрації сигналів. Фур'є, БІХ, КІХ-фільтрація. Фільтрація сигналів перехідних процесів в електромережах. Моделювання в пакетах Matlab. Методи смислової фільтрації сигналів перехідних процесів в електромережі. Наскрісні структурні методи опису об'єктів і задач. Методи динамічного розпізнавання перехідних процесів і аналізу сигналів аварійних процесів. Методи структурно-операторний, структурно-інформаційним, фазі-логіки, нейронні алгоритми. Цифрові датчики параметрів електромережі. Методи моделювання в пакетах Matlab. Алгоритми цифрової фільтрації для інформаційних датчиків, оптимальної фільтрації та її рішення методом Калмана.

Тема лекційного заняття 2. Методи розпізнавання образів в статичних і динамічних електроенергетичних об'єктах. Застосування алгоритмів штучного інтелекту. Методи автоматичного прийняття рішень. Одномірні алгоритми пошуку екстремуму. Екстремальні системи автоматичного управління, технологічними процесами. Локальні і глобальні екстремуми. З пошуком по чутливості, з безперервним пошуком синусоїдальним сигналом, із запам'ятовуванням екстремуму. Алгоритми пошуку екстремальних і оптимальних режимів роботи об'єктів в смарт-грид енергосистемі. Двох, трьох, багатовимірні алгоритми пошуку оптимуму. Приклади складання алгоритмів екстремального управління декількома регулюючими органами.

Змістовний модуль 2. Системи штучного інтелекту в електроенергетиці.

Тема лекційного заняття 3. Вбудовані експертні системи в пристроях і СКАДа системах смарт-грид електромереж. Автоматична робота із базами експертних даних. Методи моделювання та реалізації. Алгоритми автоматичного аналізу сигналів аварійних файлів реєстраторів в електроенергетичних мережах. Формування алгоритму керування динамічними об'єктами в електроенергетичних системах смарт-грид структурно-інформаційним методом. Алгоритми адаптивного управління.

Тема лекційного заняття 4. Методи навчання алгоритмів штучного інтелекту для рішення задач керування, захисту, самоконтролю смарт-грид електромереж. Поняття функціоналу. Функціонал Лагранжа, Майєра, Больца. Алгоритм задачі варіаційного числення. Необхідна умова відносного екстремуму. Алгоритм задачі принципу максимуму Понтрягіна. Метод динамічного програмування Беллмана.

Тема лекційного заняття 5. Методи теорії ігор для реалізації концепції Smart-Grid. Приклади рішення задач в електроенергетиці. Способи представлення похідних і результуючих даних. Методи побудови автоматичних алгоритмів ринкових відносин для реалізації концепції Smart-Grid. Постановка задач, методи моделювання алгоритмів для формування команд управління.

Змістовний модуль 3. Телемеханіка та диспетчерське керування енергосистем.

Тема лекційного заняття 6. Принципи побудови та функціонування автоматичних систем та пристроїв телемеханіки, АСУ. Приклади об'єкту і системи управління та принципи їх описання. Системи телемеханіки на основі способів амплітудної модуляції і демодуляції сигналів, частотної та фазової модуляції і демодуляції сигналів, імпульсної, ШІМ, цифрової, кодової модуляції і демодуляції сигналів. Смуга частот і частотні спектри передачі інформації частот при амплітудній модуляції і маніпуляції, частотній і фазовій модуляції і маніпуляції, імпульсній модуляції.

Тема лекційного заняття 7. Алгоритми кодування, декодування та виправлення похибок при передачі інформації системах телемеханіки. Завадозахищені коди. Контрольна сума. Кодування і декодування кодом Хемінга. Циклічні коди.

Тема лекційного заняття 8. Системи дистанційного автоматичного і оперативно-диспетчерського керування процесами, параметрами та моніторинг електро-енергетичних систем. Лінії та канали зв'язку. Поділ, ущільнення, синхронізація каналів. Принципи побудови, функції та схеми телемеханізованих підстанцій. Системи автоматичного контролю і збору інформації (SCADA). Засоби електромагнітної сумісності для забезпечення роботи систем автоматики і телемеханіки. Основи теорії побудови цифрових автоматичних систем і пристроїв із функціями телемеханіки. Реалізація на цифровій основі, мікро-контролерах, платформі РС. Розробка програмного забезпечення.

Змістовний модуль 4. Автоматичне керування в системах електропостачання.

Тема лекційного заняття 9. Автоматичні системи для роботи в електро-мережах і системах. Системи автоматичної синхронізації синхронних машин. Системи автоматичного регулювання частоти. Системи автоматичного регулювання напруги.

Тема лекційного заняття 10. Системи автоматики для об'єктів із малою інерцією (регулятори електричних параметрів). Фазова площина. Способи усунення автоколивань. Зворотній зв'язок за швидкістю двигуна. Оптимізація роботи імпульсних ПІ, ПІД-регуляторів. Системи автоматики для об'єктів із великою інерцією (Регулятори енергетичних параметрів, РБІ). Робота схеми РБІ за ПІД закону при розімкнутому і замкнутому зворотньому зв'язку. Оптимізація та інтелектуальні способи регулювання.

| | | | | | | | | | | | | |
|---|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|
| моніторинг електро- енергетичних систем. | | | | | | | | | | | | |
| Змістовний модуль 4. Автоматичне керування в системах електропостачання. | | | | | | | | | | | | |
| Тема 9. <u>Автоматичні системи для роботи в електро-мережах і системах.</u> | 6 | 2 | 1 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Тема 10. <u>Системи автоматики для об'єктів із малою інерцією (регулятори електричних параметрів).</u> | 6 | 2 | 1 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Разом за змістовним модулем 2 і 4. | 25 | 10 | 5 | 10 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Усього годин | | - | | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Курсовий проект (робота) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Усього годин | 50 | 20 | 10 | 20 | - | - | - | - | - | - | - | - |

4. Теми Самостійних робіт

| №з/п | Назва теми | Кількість годин |
|------|---|-----------------|
| 1 | Завдання 1 – Реферат по темі. Вивчення нових моделей в САПР для побудови функції телемеханічного управління в різних терміналах релейного захисту і автоматики для високовольтних електромереж. | - |
| 2 | Завдання 2 – Реферат по темі. Вивчення нових моделей в САПР для побудови функції дистанційної конфігурації і моніторингу параметрів мережі в різних терміналах РЗА для високовольтних електромереж. | - |
| | | - |

5. Теми практичних занять.

| №з/п | Назва теми | Кількість годин |
|------|---|-----------------|
| 1 | Практичне заняття 1. Вивчення способів наскрізного проектування алгоритмів, схем та програм в САПР для пристроїв керування. | 2 |
| 2 | Практичне заняття 2. Вивчення способів моделювання штучного інтелекту в пакетах Matlab - «Stateflow», «Фаззі-логіка». | 2 |
| 3 | Практичне заняття 3. Вивчення способів моделювання штучного інтелекту в пакетах Matlab - «Нейронні мережі», «Обробка сигнальної інформації», «Системи зв'язку» для Matlab. | 2 |
| 4 | Практичне заняття 4. Дослідження способів розробки алгоритмів ігрових моделей | 2 |
| 5 | Практичне заняття 5. Дослідження режиму ручного дистанційного керування. | 2 |
| | | |

6. Теми лабораторних занять.

| №з/п | Назва теми | Кількість годин |
|------|---|-----------------|
| 1 | <u>Лабораторне заняття 1. Дослідження принципів розробки та моделювання алгоритмів реального часу штучного інтелекту</u> | 2 |
| 2 | Лабораторне заняття 2. Вивчення алгоритмів модуляції і демодуляції сигналів інформаційними складовими в САПР для роботи модемів та ліній передачі інформації. | 2 |
| 3 | <u>Лабораторне заняття 3. Цифрова фільтрація параметрів в електричних мережах 6-35 кВ.</u> | 2 |
| 4 | Лабораторне заняття 4. Моделювання алгоритмів кодування, декодування інформації методом Хемінга в САПР. | 2 |
| 5 | Лабораторне заняття 5. Вивчення принципів розробки схем, програм пристроїв, вбудованих моделей та моделювання способів відображення інформації для систем SCADA в САПР. | 2 |
| 6 | Лабораторне заняття 6. Дослідження принципів розробки та моделювання алгоритмів реального часу штучного інтелекту та програм швидкодіючих пристроїв релейного захисту та автоматики для їх реалізації. | 2 |
| 7 | Лабораторне заняття 7. Дослідження принципів розробки та моделювання алгоритмів реального часу та програм систем самодіагностики, контролю живучості, глибини резервування роботи електрообладнання в смарт-грид мережах. | 2 |
| 8 | Лабораторне заняття 8. Дослідження алгоритмів роботи цифрових автоматів статичного і динамічного розпізнавання образів в електроенергетичних смарт-грид об'єктів в САПР. | 2 |
| 9 | Лабораторне заняття 9. Дослідження способів розробки алгоритмів ігрових моделей і автоматичного прийняття рішень при роботі електроенергетичних смарт-грид об'єктів в пакетах Matlab. | 2 |
| 10 | Лабораторне заняття 10. Дослідження способів наскрізного проектування схем та програм в САПР для пристроїв керування, захисту, самоконтролю в смарт-грид мережах. | 2 |

7. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами.

1. Охарактеризуйте принципи побудови схем та функціонування алгоритмів автоматичного регулювання на основі штучного інтелекту.
2. Приведіть структурні схеми побудови алгоритмів штучного інтелекту.
3. Охарактеризуйте принципи побудови алгоритмів функціонування пристроїв релейного захисту і автоматики на основі штучного інтелекту.
4. Приведіть параметри та характеристики алгоритмів систем штучного інтелекту.
6. Приведіть приклади структури алгоритмів штучного інтелекту.
8. Охарактеризуйте функції алгоритмів пристроїв на основі штучного інтелекту.
9. Перелічіть основні вимоги до алгоритмів систем штучного інтелекту.
10. Приведіть умови синтезу алгоритмів штучного інтелекту.
11. Перелічіть типи алгоритмів штучного інтелекту.
13. Перелічіть пункти класифікації вбудованих алгоритмів штучного інтелекту.
14. Покажіть на прикладах принципи побудови алгоритмів розпізнавання на основі штучного інтелекту.

16. Приведіть приклади синтезу алгоритмів розпізнавання на основі штучного інтелекту.
17. Покажіть на прикладах особливості влаштування схем пристроїв на основі штучного інтелекту.
18. Приведіть приклади побудови пристроїв систем на основі штучного інтелекту.
19. Приведіть приклади побудови та принципи роботи алгоритмів оптимальних систем штучного інтелекту.
20. Класифікація і принцип роботи екстремальних систем штучного інтелекту.
21. Приведіть приклади побудови та принцип роботи алгоритмів аналізу аварійних файлів електричних мереж на основі штучного інтелекту.
24. Приведіть структурні схеми алгоритмів керування на основі штучного інтелекту.
25. Приведіть приклади побудови та принцип роботи систем СКАДа на основі штучного інтелекту.
26. Приведіть класифікацію і принцип роботи диспетчерської системи енергооб'єктів штучного інтелекту.
27. Охарактеризуйте методи синтезу вбудованих алгоритмів штучного інтелекту.
28. Приведіть класифікацію і принцип роботи алгоритмів статичних енергооб'єктів штучного інтелекту.
29. Охарактеризуйте основні вимоги до алгоритмів динамічних енергооб'єктів на основі штучного інтелекту.
30. Приведіть приклади побудови та принципи роботи алгоритмів самодіагностики устаткування енергооб'єктів на основі штучного інтелекту.
31. Охарактеризуйте принцип побудови схем та функціонування пристроїв автоматичного регулювання.
32. Приведіть структурні схеми побудови високочастотного телевідключення.
33. Охарактеризуйте принцип побудови схем та функціонування пристроїв автоматичного регулювання.
34. Приведіть параметри та характеристики каналів передачі телемеханічних повідомлень.
35. Охарактеризуйте принцип побудови схем та функціонування пристроїв автоматичного регулювання.
36. Приведіть приклади структури телемеханічних повідомлень.
37. Розрахунок вставок нелінійних автоматичних регуляторів.
38. Охарактеризуйте функції телемеханіки.
39. Перелічіть основні вимоги до схем автоматичних регуляторів.
40. Приведіть умови передачі телемеханічних повідомлень по каналу зв'язку.
41. Перелічіть типи модуляції передачі телемеханічних повідомлень.
42. Покажіть частотний спектр при різних типах модуляції передачі повідомлень.
43. Перелічіть основні вимоги, класифікація пристроїв автоматичного регулювання.
44. Покажіть на прикладах принципи побудови структурних схем телемеханічних систем.
45. Покажіть на прикладах принцип побудови структурних схем пристроїв автоматичного регулювання.
46. Приведіть приклади завад і способи їх уникнення в каналах передачі телемеханічних повідомлень.

47. Покажіть на прикладах особливості влаштування схем телемеханізованих підстанції.
48. Приведіть приклади побудови мікропроцесорних телемеханічних систем.
49. Приведіть приклади побудови та принципи роботи швидкодіючого автоматичного регулювання.
50. Класифікація і принцип роботи системи телевимірювання.
51. Приведіть приклади побудови та принцип роботи синхронізаторів із уловлюванням синхронізму при пусках генераторів.
52. Проілюструйте принцип кодування сигналів при передачі телемеханічних повідомлень.
53. Охарактеризуйте принципи узгодження дії пристроїв телемеханіки із іншими пристроями автоматики.
54. Приведіть структурні схеми каналів зв'язку по високовольтних лініях електропередачі високої напруги.
55. Приведіть приклади побудови та принцип роботи повільнодіючого автоматичного регулювання.
56. Приведіть класифікацію і принцип роботи системи телесигналізації.
57. Охарактеризуйте методи передачі великої кількості каналів інформації.
58. Приведіть класифікацію і принцип роботи системи телекерування.
59. Охарактеризуйте основні вимоги та класифікація пристроїв телемеханіки.
60. Приведіть приклади побудови та принцип роботи пристроїв високочастотного телевідключення.

8. Методи навчання.

За джерелами знань використовуються такі методи навчання: словесні – розповідь, пояснення, лекція, інструктаж; наочні – демонстрація, ілюстрація; практичні – лабораторна робота.

За характером логіки пізнання використовуються такі методи: аналітичний, синтетичний, аналітико-синтетичний, індуктивний, дедуктивний.

За рівнем самостійної розумової діяльності використовуються методи: проблемний, частково-пошуковий, дослідницький.

9. Форма контролю.

Оцінювання якості знань студентів, в умовах організації навчального процесу за кредитно-модульною системою здійснюється шляхом поточного, модульного, підсумкового (семестрового) контролю за 100-бальною шкалою оцінювання, за шкалою ECTS та національною шкалою оцінювання.

Поточний контроль знань після вивчення 1-го, 2-го змістових модулів дисципліни передбачено здійснювати шляхом перевірки теоретичних знань, а формою підсумкового контролю є екзамен.

10. Розподіл балів, які отримують студенти

| Поточний контроль | | Рейтинг з навчальної роботи R _{нр} | Рейтинг з додаткової роботи R _{др} | Рейтинг штрафний R _{штр} | Підсумкова атестація (екзамен чи залік) | Загальна кількість балів |
|--------------------|--------------------|--|---|-----------------------------------|---|--------------------------|
| Змістовий модуль 1 | Змістовий модуль 2 | | | | | |
| 0-100 | 0-100 | 0-70 | 0-20 | 0-5 | 0-30 | 0-100 |

Шкала оцінювання: національна та ECTS

| Рейтинг студента, бали | Оцінка національна за результати складання | |
|------------------------|--|---------------|
| | екзаменів | заліків |
| 90-100 | Відмінно | Зараховано |
| 74-89 | Добре | |
| 60-73 | Задовільно | |
| 0-59 | Незадовільно | Не зараховано |

Критерії оцінювання за модулями Навчальна робота.

| Вид діяльності | Кількість балів | З урахуванням ваги модуля |
|--------------------------------|-----------------|---------------------------|
| Модуль 1. (25%) | | 8 |
| Практичне заняття 1. | 4 | 8 |
| Практичне заняття 2. | 4 | |
| Модуль 2. (25%) | 4 | 29 |
| Практичне заняття 3. | 4 | |
| Практичне заняття 4. | 4 | |
| Модуль 3. (25%) | 4 | |
| Практичне заняття 5. | 4 | 25 |
| Лабораторне заняття 1. | 4 | |
| Лабораторне заняття 2. | 4 | |
| Лабораторне заняття 3. | 4 | |
| Лабораторне заняття 4. | 4 | |
| Лабораторне заняття 5. | 4 | |
| Самостійна робота 1. | 5 | |
| Модуль 4. (25%) | 4 | |
| Лабораторне заняття 6. | 4 | |
| Лабораторне заняття 7. | 4 | |
| Лабораторне заняття 8. | 4 | |
| Лабораторне заняття 9. | 4 | |
| Лабораторне заняття 10. | 4 | |
| Самостійна робота 2. | 5 | |
| Всього | 70 | 70 |

11. Методичне забезпечення

Підручники та посібники, зазначені у списку літератури.

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт.

Нормативні документи.

Таблиці, схеми і плакати з електропривода, виготовлені на кафедрі, а також типографічним способом.

Стенди із зразками електродвигунів, апаратів керування і захисту.

Лабораторні установки з електроприводу.

Інтернет-ресурси.

Навчальний процес забезпечується відповідною навчальною та методичною літературою:

Методичні вказівки до вивчення дисципліни „Телемеханіка і АСУ систем електропостачання”, 2016.

12. Рекомендована література

– основна:

1. Голота А.Д. Автоматика в електроенергетичних системах: Навч. Посібник. К. Вища школа, 2006. –367с.

2. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения: Учеб. Для вузов по спец. „Электроснабжение”. М.Высш.шк.,1991.

3. А.Г. Горюнов, С.Н. Ливенцов, Ю.А. Чурсин. Телеконтроль и телеуправление: курс лекций, Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 161 с.

4. Олефир Д.А. Внедрение автоматизированных систем диспетчерского управления в ОЭС Украины// Электрические сети и системы. –2005. –№1-2.

– додаткова:

1. Овчаренко Н.И. Автоматика электрических станций и электроэнергетических систем. - М.: Издательство МЭИ, 2006. – 504 с.

2. Дудченко, Леонид Николаевич. Управление частотой и активной мощностью в энергообъединении [Текст] : учеб. пособие: рек. ДВ. РУМЦ / Л. Н. Дудченко, 1999. - 116 с.

3. Беляков, Юрий Павлович. Релейная защита и автоматика электрических систем [Текст]: Учеб. пособие: рек. ДВ РУМЦ / Ю. П. Беляков, А. Н. Козлов, Ю. В. Мясоедов, 2007. - 157 с.

4. Морозкин В.П. Противоаварийная автоматика электроэнергетических систем [Текст]: Задачи и упражнения. Учеб. пособие / Морозкин В.П., 1998. - 32с.