

Національний університет водного господарства та природокористування  
Навчально-науковий інститут автоматики, кібернетики та  
обчислювальної техніки

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова науково-методичної  
ради НУВГП  
е-підпис Олег ЛАГОДНЮК

03.09.2021

**04-03-36S**

## СИЛАБУС

освітньої компоненти

## SYLLABUS

| <b>Комп'ютерний аналіз систем електроенергетики</b>                                      | <b>Computer analysis of the electric power systems</b> |                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Шифр за ОП                                                                               | OK7                                                    | Code in Educational Program                                                                               |
| Освітній рівень:<br>бакалаврський (перший)                                               |                                                        | Educational level:<br>Bachelor's (first)                                                                  |
| Галузь знань:<br><b>Електрична інженерія</b>                                             | <b>14</b>                                              | Fields of knowledge:<br><b>Electrical engineering</b>                                                     |
| Спеціальність:<br><b>Електроенергетика,<br/>електротехніка та<br/>електромеханіка</b>    | <b>141</b>                                             | Field of study:<br><b>Electrical energetics, electrical<br/>engineering and<br/>electromechanics</b>      |
| Освітня програма:<br><b>Електроенергетика,<br/>електротехніка та<br/>електромеханіка</b> |                                                        | Educational Program:<br><b>Electrical energetics, electrical<br/>engineering and<br/>electromechanics</b> |

Силабус навчальної дисципліни «Комп'ютерний аналіз систем електроенергетики» для здобувачів вищої освіти ступеня «магістр», які навчаються за освітньо-професійною програмою «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Рівне. НУВГП. 2021. 16 стор.

ОПП на сайті університету: <http://ep3.nuwm.edu.ua/20907/>

Розробник силабусу: Василець С.В., д.т.н., проф., проф. кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Силабус схвалений на засіданні кафедри  
Протокол № 23 від 02 липня 2021 року

Завідувач кафедри: Древецький В.В., д.т.н., проф.

Гарант ОП : Василець С.В., д.т.н., проф., проф. кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Схвалено науково-методичною радою з якості ННІ АКOT  
Протокол № 9 від 30 серпня 2021 року

Голова науково-методичної ради з якості ННІ: Мартинюк П.М., д.т.н., проф.

СЗ №-4172 в ЕДО

© Василець С.В., 2021

© НУВГП, 2021

| ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ступінь вищої освіти                                                                          | магістр                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Освітня програма                                                                              | Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Спеціальність                                                                                 | 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Рік навчання, семестр                                                                         | 1 рік навчання, 2 семестр                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Кількість кредитів                                                                            | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Лекції:                                                                                       | 30 год. – денна форма, 2 год. – заочна форма                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Лабораторні заняття:                                                                          | 30 год. – денна форма, 8 год. – заочна форма                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Самостійна робота:                                                                            | 120 год. – денна форма, 170 год. – заочна форма                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Курсова робота:                                                                               | ні                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Форма навчання                                                                                | денна, заочна                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Форма підсумкового контролю                                                                   | іспит                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Мова викладання                                                                               | Українська                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧІВ                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Лектор<br> | <b>Василець Святослав Володимирович</b> , доктор технічних наук, професор, професор кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій<br>Вікіситет<br><a href="http://wiki.nuwm.edu.ua/index.php/Василець_Святослав_Володимирович">http://wiki.nuwm.edu.ua/index.php/Василець_Святослав_Володимирович</a><br>ORCID<br><a href="https://orcid.org/0000-0003-1299-8026">https://orcid.org/0000-0003-1299-8026</a><br>Як комунікувати<br><a href="mailto:s.vasylets@nuwm.edu.ua">s.vasylets@nuwm.edu.ua</a> Актуальні оголошення на сторінці дисципліни в системі MOODLE |

| ІНФОРМАЦІЯ ПРО ОСВІТНЮ КОМПОНЕНТУ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Анотація освітньої компоненти, в т.ч. мета та цілі                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Енергетична стратегія України до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» вимагає «...підвищення енергоефективності на етапі генерації електро- та теплоенергії, зниження втрат енергії у подальшому при її передачі та розподілі...» (п. 2.1). Підвищення енергоефективності генеруючих потужностей та систем електропостачання може бути досягнуто шляхом здійснення комп'ютерного аналізу систем, який дозволяє з найменшими матеріальними затратами обрати оптимальні режими функціону- |

вання обладнання, здійснити проектування електроенергетичних систем за заданими критеріями, підвищити точність налаштування уставок захисних апаратів, забезпечує супроводження функціонування системи електропостачання в реальному часу з можливістю прогнозування можливих аварійних станів тощо.

Метою освітньої компоненти є формування у здобувачів освіти здатностей та навичок описувати динамічні електротехнічні системи за допомогою диференціальних рівнянь, розраховувати та аналізувати усталені та перехідні процеси.

Завдання:

- оволодіти базовими знаннями з математичного моделювання перехідних процесів в електротехнічних системах
- набути базових знань щодо способів складання диференціальних рівнянь стану електротехнічного комплексу;
- вивчити методи оцінки значень параметрів заступної схеми електроенергетичної системи;
- володіти прийомами складання комп'ютерної моделі електроенергетичної системи;
- навчитися аналізувати усталені та перехідні процеси в електроенергетичній системі з використанням комп'ютерної моделі.

В результаті вивчення даного курсу здобувач вищої освіти повинен знати:

- базові принципи математичного описання електротехнічних комплексів та систем електропостачання;
- основні методи формування диференціальних рівнянь типових елементів систем електропостачання;
- основні методи чисельного розв'язання за допомогою комп'ютера диференціальних рівнянь стану електромереж;

вміти:

- складати диференціальні рівняння, що описують поведінку елементів електроенергетичних систем;
- користуватися сучасними прикладними програмними пакетами для створення комп'ютерних моделей елементів електроенергетичних систем;
- підбирати метод чисельного інтегрування диференціальних рівнянь стану електромереж;
- аналізувати поведінку електротехнічної системи в часовій області.

**Посилання на розміщення освітнього компоненту на навчальній платформі Moodle**

<https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=220>

## Компетентності

ЗК6. Здатність досліджувати проблеми із використанням системного аналізу, синтезу та інших методів.

ФК1. Здатність готувати технічні завдання на розроблення проектних рішень, виконувати проектні і конструкторські роботи під час розроблення проектів комплексів і систем захисту, автоматики, інформаційного забезпечення та управління виробництвом, передачею та розподілом електроенергії з використанням сучасних інформаційних технологій та програмних середовищ, брати участь у розгляді різної технічної документації, готувати необхідні огляди, відгуки, висновки.

ФК8. Здатність правильно обирати та застосовувати найбільш ефективні методи оптимізації в залежності від структури математичної моделі.

ФК9. Розроблювати математичні моделі інженерних систем в групі фахівців або самотійно.

ФК19. Застосовувати результати аналізу перехідних процесів для попередження аварійних ситуацій на об'єктах електроенергетики.

## Програмні результати навчання (ПРН). Результати навчання (РН)

ПРН-4: уміння використовувати при дослідженнях сучасні програмні пакети для моделювання, випробування об'єктів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ПРН-9: знання в галузі обчислювальної техніки та програмування.

ПРН-13: уміння формалізувати задачі з прийняття рішень в електроенергетичній галузі. Правильно обирати та застосовувати найбільш ефективні методи оптимізації в залежності від структури математичної моделі.

ПРН-15: Розв'язувати класичні, комплексні і непередбачувані завдання при розробці та проектуванні електроенергетичних систем із застосуванням сучасних та інноваційних підходів до їх вирішення.

ПРН-18: уміння застосовувати результати аналізу перехідних процесів для попередження аварійних ситуацій на об'єктах електроенергетики.

ПРН-21: знання сучасних методів моделювання елементів електричних мереж та електроенергетичних систем, комплексів захисту, автоматики та керування, технологічних процесів виробництва, передачі та розподілу електричної енергії.

## Структура та зміст освітнього компонента

### ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. КОМП'ЮТЕРНИЙ АНАЛІЗ ЛІНІЙНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ

**Денна форма:**

Лекції – 8 год.

Лабораторні заняття – 4 год.

Самостійна робота – 30 год.

**Заочна форма:**

Лекції – 1 год.

Лабораторні заняття – 1 год.

Самостійна робота – 50 год.

**Методи та технології навчання:** демонстрація, проблемно-пошуковий метод, навчальна дискусія, аналіз конкретних ситуацій, розв'язання винахідницьких завдань, проблемна лекція, візуалізація.

**Засоби навчання:** програмне забезпечення MATLAB.

#### Тема 1. Загальні відомості щодо комп'ютерного моделювання електроенергетичних систем

|                     |                  |             |                                                                                                               |
|---------------------|------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Результати навчання | Кількість годин: | Література: | Лінк на MOODLE:                                                                                               |
| ПРН-4               | <i>денна</i>     | [1-9]       | <a href="https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=220">https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=220</a> |
| ПРН-9               | лекції - 2       |             |                                                                                                               |
| ПРН-13              | лаб. – 0         |             |                                                                                                               |
| ПРН-15              | <i>заочна</i>    |             |                                                                                                               |
| ПРН-18              | лекції – 0,5     |             |                                                                                                               |
| ПРН-21              | лаб. – 0         |             |                                                                                                               |

Опис теми

Дослідження електроенергетичних систем за допомогою фізичного та чисельного еспериментів. Моделювання, його види. Електромеханічні аналогові симулятори. Використання аналогових обчислювальних машин для моделювання ЕЕС (історичний огляд). Застосування цифрових обчислювальних машин для моделювання ЕЕС. Метод Г. Доммеля. Програмні продукти для моделювання ЕЕС (EMTP-RV, PSCAD/EMTDC, PowerFactory, ETAP Real-Time). НІЛ-моделювання (комплекс RTDS). Моделі електричних машин на основі теорії кіл та теорії поля. Проблематика обчислення значень параметрів схем заміщення електричних машин. Моделювання низькочастотних електромагнітних полів методом кінцевих елементів (програми FEMM, Flux 2D/3D). Моделювання напівпровідникових перетворювачів.

#### Тема 2. Використання системи MATLAB

|                     |                  |             |                                                                                                               |
|---------------------|------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Результати навчання | Кількість годин: | Література: | Лінк на MOODLE:                                                                                               |
| ПРН-4               | <i>денна</i>     | [6, 7, 9]   | <a href="https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=220">https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=220</a> |
| ПРН-9               | лекції - 2       |             |                                                                                                               |
| ПРН-13              | лаб. – 0         |             |                                                                                                               |
| ПРН-15              | <i>заочна</i>    |             |                                                                                                               |
| ПРН-18              | лекції – 0,5     |             |                                                                                                               |
| ПРН-21              | лаб. – 0         |             |                                                                                                               |

Опис теми

Загальні принципи роботи з системою MATLAB та розширенням Simulink. Бібліотека елементів Simulink. Побудова найпростіших моделей. Налаштування параметрів моделі. Введення та збереження даних. Побудова графіків. Способи розв'язання диференціальних рівнянь у системі MATLAB. Поняття про перетворення Лапласа. Визначення передавальної функції. Передавальні функції електричних кіл.

#### Тема 3. Комп'ютерний аналіз однофазних лінійних електричних кіл

|                     |                  |                     |                                                                                                               |
|---------------------|------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Результати навчання | Кількість годин: | Література:         | Лінк на MOODLE:                                                                                               |
| ПРН-4               | <i>денна</i>     | [1, 2, 6, 7, 10-12] | <a href="https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=220">https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=220</a> |
| ПРН-9               | лекції - 2       |                     |                                                                                                               |
| ПРН-13              | лаб. – 2         |                     |                                                                                                               |
| ПРН-15              | <i>заочна</i>    |                     |                                                                                                               |
| ПРН-18              | лекції – 0       |                     |                                                                                                               |
| ПРН-21              | лаб. – 0,5       |                     |                                                                                                               |

|                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                     |                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Опис теми                                                                 | Диференційні рівняння, що описують лінійні електричні кола. Побудова структурних схем Simulink для аналізу процесів в лінійних електричних колах за диференційними рівняннями. Використання редактора диференційних рівнянь dee. Бібліотеки силових елементів Simulink для моделювання однофазних лінійних електричних кіл. Дослідження усталених та перехідних процесів в однофазних лінійних електричних колах постійного та змінного струму.<br><b>Лабораторна робота 1.</b> Комп'ютерний аналіз процесів в однофазних лінійних електричних колах за диференційними рівняннями з використанням Simulink                                                                                    |                     |                                                                                                               |
| <b>Тема 4. Комп'ютерне моделювання трифазних лінійних електричних кіл</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                     |                                                                                                               |
| Результати навчання                                                       | Кількість годин:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Література:         | Лінк на MOODLE:                                                                                               |
| ПРН-4                                                                     | денна                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | [1, 2, 6, 7, 10-12] | <a href="https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=220">https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=220</a> |
| ПРН-9                                                                     | лекції - 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |                                                                                                               |
| ПРН-13                                                                    | лаб. – 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                     |                                                                                                               |
| ПРН-15                                                                    | заочна                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                     |                                                                                                               |
| ПРН-18                                                                    | лекції – 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |                                                                                                               |
| ПРН-21                                                                    | лаб. – 0,5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |                                                                                                               |
| Опис теми                                                                 | Метод просторового вектора для дослідження усталених та перехідних процесів у симетричних трифазних колах. Взаємні перетворення від фазних величин до просторового вектора. Диференційні рівняння стану трифазної системи з використанням просторового вектора. Побудова структурних схем Simulink для дослідження процесів з використанням метода просторового вектора.<br>Бібліотеки Simulink для моделювання трифазних лінійних електричних кіл. Дослідження усталених режимів та перехідних процесів в трифазних електричних колах. Модель трифазного трансформатора.<br><b>Лабораторна робота 2.</b> Дослідження трифазних лінійних електричних кіл з використанням комп'ютерних моделей |                     |                                                                                                               |

## ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. КОМП'ЮТЕРНИЙ АНАЛІЗ НЕЛІНІЙНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ

### Денна форма:

Лекції – 8 год.

Лабораторні заняття – 12 год.

Самостійна робота – 30 год.

### Заочна форма:

Лекції – 1 год.

Лабораторні заняття – 3 год.

Самостійна робота – 50 год.

**Методи та технології навчання:** демонстрація, проблемно-пошуковий метод, навчальна дискусія, аналіз конкретних ситуацій, розв'язання винахідницьких завдань, проблемна лекція, візуалізація.

**Засоби навчання:** програмне забезпечення MATLAB.

|                                                                             |                  |               |                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Тема 5. Розрахунок значень параметрів схем заміщення електродвигунів</b> |                  |               |                                                                                                               |
| Результати навчання                                                         | Кількість годин: | Література:   | Лінк на MOODLE:                                                                                               |
| ПРН-4                                                                       | денна            | [3, 4, 8, 14] | <a href="https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=220">https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=220</a> |
| ПРН-9                                                                       | лекції - 2       |               |                                                                                                               |
| ПРН-13                                                                      | лаб. – 2         |               |                                                                                                               |

|                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                    |                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПРН-15                                                                 | <i>заочна</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                    |                                                                                                               |
| ПРН-18                                                                 | лекції – 0,5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                    |                                                                                                               |
| ПРН-21                                                                 | лаб. – 0,5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                    |                                                                                                               |
| Опис теми                                                              | <p>Проблематика оцінки значень параметрів схем заміщення електричних машин за паспортними даними та на основі експериментальних даних. Методи розрахунку параметрів схем заміщення асинхронних машин. Розрахунок параметрів схем заміщення синхронних машин та двигунів постійного струму.</p> <p><b>Лабораторна робота 3.</b> Складання програми розрахунку значень параметрів схем заміщення електродвигунів</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                    |                                                                                                               |
| <b>Тема 6. Комп'ютерне моделювання електродвигунів</b>                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                    |                                                                                                               |
| Результати навчання                                                    | Кількість годин:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Література:        | Лінк на MOODLE:                                                                                               |
| ПРН-4                                                                  | <i>денна</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | [3, 4, 6-9, 15-17] | <a href="https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=220">https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=220</a> |
| ПРН-9                                                                  | лекції - 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                    |                                                                                                               |
| ПРН-13                                                                 | лаб. – 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                    |                                                                                                               |
| ПРН-15                                                                 | <i>заочна</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                    |                                                                                                               |
| ПРН-18                                                                 | лекції – 0,5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                    |                                                                                                               |
| ПРН-21                                                                 | лаб. – 1,5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                    |                                                                                                               |
| Опис теми                                                              | <p>Диференційні рівняння стану двигуна постійного струму з різними типами збудження, складання на їх основі комп'ютерних моделей (структурних схем у Simulink). Способи описання диференційними рівняннями асинхронного двигуна, їх реалізація у вигляді структурних схем у Simulink. Математична модель синхронної машини та її реалізація у вигляді структурної схеми у Simulink.</p> <p>Бібліотечні моделі асинхронного, синхронного двигунів та двигуна постійного струму. Дослідження типових перехідних процесів електродвигунів з використанням бібліотеки Simulink.</p> <p><b>Лабораторна робота 4.</b> Дослідження функціонування двигунів постійного струму з різними типами збудження з використанням комп'ютерних моделей</p> <p><b>Лабораторна робота 5.</b> Розроблення комп'ютерної моделі асинхронної машини з використанням Simulink та дослідження перехідних процесів</p> |                    |                                                                                                               |
| <b>Тема 7. Комп'ютерні моделі силових напівпровідникових пристроїв</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                    |                                                                                                               |
| Результати навчання                                                    | Кількість годин:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Література:        | Лінк на MOODLE:                                                                                               |
| ПРН-4                                                                  | <i>денна</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | [6, 7, 9, 18-24]   | <a href="https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=220">https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=220</a> |
| ПРН-9                                                                  | лекції - 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                    |                                                                                                               |
| ПРН-13                                                                 | лаб. – 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                    |                                                                                                               |
| ПРН-15                                                                 | <i>заочна</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                    |                                                                                                               |
| ПРН-18                                                                 | лекції – 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                    |                                                                                                               |
| ПРН-21                                                                 | лаб. – 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                    |                                                                                                               |
| Опис теми                                                              | <p>Моделі силового діода, тиристора, транзистора. Моделювання силового діода в електричному колі. Некерований однофазний та трифазний випрямляч. Моделювання керованих випрямлячів. Моделювання транзистора з ШІМ-керуванням в електричному колі.</p> <p><b>Лабораторна робота 6.</b> Розроблення комп'ютерної моделі IGBT-транзистора та дослідження перехідних процесів при його комутації</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                    |                                                                                                               |
| <b>Тема 8. Моделювання керованого електроприводу</b>                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                    |                                                                                                               |
| Результати навчання                                                    | Кількість годин:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Література:        | Лінк на MOODLE:                                                                                               |
| ПРН-4                                                                  | <i>денна</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | [7, 9]             | <a href="https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=220">https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=220</a> |
| ПРН-9                                                                  | лекції - 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                    |                                                                                                               |
| ПРН-13                                                                 | лаб. – 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                    |                                                                                                               |
| ПРН-15                                                                 | <i>заочна</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                    |                                                                                                               |
| ПРН-18                                                                 | лекції – 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                    |                                                                                                               |
| ПРН-21                                                                 | лаб. – 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                    |                                                                                                               |
| Опис теми                                                              | <p>Живлення двигуна постійного струму від керованого випрямляча. Моделювання трифазного тиристорного регулятора напруги. Комп'ютерне моделювання плавного пуску асинхронного двигуна.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                    |                                                                                                               |



## ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. ЗАСТОСУВАННЯ МАТРИЧНО-ТОПОЛОГІЧНОГО МЕТОДУ ДЛЯ АНАЛІЗУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ

### Денна форма:

Лекції – 10 год.

Лабораторні заняття – 10 год.

Самостійна робота – 30 год.

### Заочна форма:

Лекції – 0 год.

Лабораторні заняття – 2 год.

Самостійна робота – 40 год.

**Методи та технології навчання:** демонстрація, проблемно-пошуковий метод, навчальна дискусія, аналіз конкретних ситуацій, розв'язання винахідницьких завдань, проблемна лекція, візуалізація.

**Засоби навчання:** програмне забезпечення Excel (мова програмування VBA), Mathcad.

#### Тема 9. Основні поняття та визначення теорії графів

|                     |                                                                                                                                                                                                                                    |             |                                                                                                               |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Результати навчання | Кількість годин:                                                                                                                                                                                                                   | Література: | Лінк на MOODLE:                                                                                               |
| ПРН-4               | <i>денна</i>                                                                                                                                                                                                                       | [1, 2]      | <a href="https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=220">https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=220</a> |
| ПРН-9               | лекції - 2                                                                                                                                                                                                                         |             |                                                                                                               |
| ПРН-13              | лаб. – 0                                                                                                                                                                                                                           |             |                                                                                                               |
| ПРН-15              | <i>заочна</i>                                                                                                                                                                                                                      |             |                                                                                                               |
| ПРН-18              | лекції – 0                                                                                                                                                                                                                         |             |                                                                                                               |
| ПРН-21              | лаб. – 0                                                                                                                                                                                                                           |             |                                                                                                               |
| Опис теми           | Графоаналітичний метод аналізу електричних кіл. Елементи теорії графів. Шлях, контур та прадерево графа. Ребро, ланцюг, цикл, дерево графа. Незалежні цикли та контури. Матриці суміжності. Матриці інциденцій. Матриця перетинів. |             |                                                                                                               |

#### Тема 10. Графоаналітичний опис схеми заміщення електромережі.

##### Побудова графа електричної мережі

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |              |                                                                                                               |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Результати навчання | Кількість годин:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Література:  | Лінк на MOODLE:                                                                                               |
| ПРН-4               | <i>денна</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | [1-3, 18-24] | <a href="https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=220">https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=220</a> |
| ПРН-9               | лекції - 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |              |                                                                                                               |
| ПРН-13              | лаб. – 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              |                                                                                                               |
| ПРН-15              | <i>заочна</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |              |                                                                                                               |
| ПРН-18              | лекції – 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |              |                                                                                                               |
| ПРН-21              | лаб. – 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              |                                                                                                               |
| Опис теми           | Виділення типових компонентів електромережі, складання їх схем заміщення. Формування структурної схеми електромережі та загальної схеми заміщення. Складання графа, нумерація вузлів та віток графа. Типові особливості електричної схеми, для якої побудовано граф.<br><b>Лабораторна робота 7.</b> Розроблення програми побудови дерева графа для заступної схеми електромережі |              |                                                                                                               |

#### Тема 11. Побудова дерева графа електромережі. Формування матриці головних перетинів

|                     |                  |              |                                                                                                               |
|---------------------|------------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Результати навчання | Кількість годин: | Література:  | Лінк на MOODLE:                                                                                               |
| ПРН-4               | <i>денна</i>     | [1-3, 18-24] | <a href="https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=220">https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=220</a> |
| ПРН-9               | лекції - 2       |              |                                                                                                               |

|                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |              |                                                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПРН-13                                                                                                                                     | лаб. – 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |              |                                                                                                               |
| ПРН-15                                                                                                                                     | заочна                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |              |                                                                                                               |
| ПРН-18                                                                                                                                     | лекції – 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |              |                                                                                                               |
| ПРН-21                                                                                                                                     | лаб. – 0,5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |              |                                                                                                               |
| Опис теми                                                                                                                                  | <p>Вимоги до дерева графа. Алгоритму побудови дерева графа схеми заміщення електромережі. Нумерація ребер та хорд графа схеми заміщення. Складання скороченої матриці інциденцій. Алгоритм формування матриці головних перетинів зі скороченої матриці інциденцій.</p> <p><b>Лабораторна робота 8.</b> Розроблення програми формування матриці головних перетинів для графа заступної схеми електромережі</p>                                    |              |                                                                                                               |
| <b>Тема 12. Формування матричних диференційних рівнянь стану електроенергетичної системи з використанням матрично-топологічного методу</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |              |                                                                                                               |
| Результати навчання                                                                                                                        | Кількість годин:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Література:  | Лінк на MOODLE:                                                                                               |
| ПРН-4                                                                                                                                      | денна                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | [1-3, 18-24] | <a href="https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=220">https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=220</a> |
| ПРН-9                                                                                                                                      | лекції - 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |              |                                                                                                               |
| ПРН-13                                                                                                                                     | лаб. –                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |              |                                                                                                               |
| ПРН-15                                                                                                                                     | заочна                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |              |                                                                                                               |
| ПРН-18                                                                                                                                     | лекції – 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |              |                                                                                                               |
| ПРН-21                                                                                                                                     | лаб. – 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |              |                                                                                                               |
| Опис теми                                                                                                                                  | <p>Складання рівнянь струмів та напруг резистивних елементів відповідно до матриці головних перетинів. Моделювання комутаційних апаратів та напівпровідникових елементів. Коефіцієнти матричного диференційного рівняння стану електромережі.</p>                                                                                                                                                                                                |              |                                                                                                               |
| <b>Тема 13. Методи чисельного розв'язання матричних диференційних рівнянь стану електричного кола та їх програмна реалізація</b>           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |              |                                                                                                               |
| Результати навчання                                                                                                                        | Кількість годин:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Література:  | Лінк на MOODLE:                                                                                               |
| ПРН-4                                                                                                                                      | денна                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | [1-3, 18-24] | <a href="https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=220">https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=220</a> |
| ПРН-9                                                                                                                                      | лекції - 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |              |                                                                                                               |
| ПРН-13                                                                                                                                     | лаб. – 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |              |                                                                                                               |
| ПРН-15                                                                                                                                     | заочна                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |              |                                                                                                               |
| ПРН-18                                                                                                                                     | лекції – 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |              |                                                                                                               |
| ПРН-21                                                                                                                                     | лаб. – 0,5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |              |                                                                                                               |
| Опис теми                                                                                                                                  | <p>Однокрокові явні та неявні методи. Багатокрокові явні та неявні методи. Жорсткість методів інтегрування. Метод Гіра. Обрахування матриці Якобі від правої частини матричного диференційного рівняння стану системи. Програмна реалізація методів інтегрування матричних диференційних рівнянь.</p> <p><b>Лабораторна робота 9.</b> Формування коефіцієнтів та чисельне розв'язання матричного диференційного рівняння стану електромережі</p> |              |                                                                                                               |

## ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 4. Планування наукового експеримента в електроенергетиці та комп'ютерне оброблення емпіричних даних

### Денна форма:

Лекції – 4 год.

Лабораторні заняття – 4 год.

Самостійна робота – 30 год.

### Заочна форма:

Лекції – 0 год.

Лабораторні заняття – 2 год.

Самостійна робота – 30 год.

**Методи та технології навчання:** демонстрація, проблемно-пошуковий метод, навчальна дискусія, аналіз конкретних ситуацій, розв'язання винахідницьких завдань, проблемна лекція, візуалізація.

**Засоби навчання:** програмне забезпечення MATLAB.

**Тема 14. Загальні відомості щодо наукового експерименту. Статистичне планування експерименту. Повний та дробовий факторні експерименти.**

|                     |                  |             |                                                                                                               |
|---------------------|------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Результати навчання | Кількість годин: | Література: | Лінк на MOODLE:                                                                                               |
| ПРН-4               | <i>денна</i>     | [1, 25-29]  | <a href="https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=220">https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=220</a> |
| ПРН-9               | лекції - 2       |             |                                                                                                               |
| ПРН-13              | лаб. – 0         |             |                                                                                                               |
| ПРН-15              | <i>заочна</i>    |             |                                                                                                               |
| ПРН-18              | лекції – 0       |             |                                                                                                               |
| ПРН-21              | лаб. –           |             |                                                                                                               |

**Опис теми** Визначення наукового експерименту. Види експериментів. Планування експерименту. Фактори впливу, вимоги до них. Функція цілі, вимоги. Визначення статистичного планування експерименту. Реплікація. Рандомізація. Етапи проведення експерименту. Інтервал зміни фактора, кодування факторів. Повний факторний експеримент, матриця планування, її властивості. Математична модель в повному факторному експерименті. Дробовий факторний експеримент. Репліка.

**Тема 15. Оброблення результатів наукового експерименту**

|                     |                  |                |                                                                                                               |
|---------------------|------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Результати навчання | Кількість годин: | Література:    | Лінк на MOODLE:                                                                                               |
| ПРН-4               | <i>денна</i>     | [1, 13, 25-29] | <a href="https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=220">https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=220</a> |
| ПРН-9               | лекції - 2       |                |                                                                                                               |
| ПРН-13              | лаб. – 4         |                |                                                                                                               |
| ПРН-15              | <i>заочна</i>    |                |                                                                                                               |
| ПРН-18              | лекції – 0       |                |                                                                                                               |
| ПРН-21              | лаб. – 2         |                |                                                                                                               |

**Опис теми** Визначення статистичної гіпотези, види гіпотез. Визначення статистичного критерія, їх види. Область прийняття гіпотези про одно- та двосторонньому критерії. Помилки першого та другого роду. Критерій згоди Колмогорова-Смирнова. Критерій Фішера. Критерій Кохрена. Критерій Ст'юдента. Метод найменших квадратів. Регресійний аналіз.  
**Лабораторна робота 10.** Статистичне оброблення результатів експериментальних досліджень

**Перелік соціальних, «м'яких» навичок (soft skills)**

Освітня компонента спрямована на розвиток таких «м'яких» навичок: аналітичні навички, взаємодія з людьми, гнучкість розуму, комплексне рішення проблем, саморозвиток, здатність до навчання, пошук виходу зі складних ситуацій, оцінювання ризиків та приймання рішень, працелюбність, креативність, навички письмового та усного спілкування, комунікаційні якості.

**Форми та методи навчання**

Лекції читаються з використанням мультимедійного проектора для демонстрації формул, моделей, схем систем електропостачання, графів, можливостей MATLAB та Mathcad тощо. Під час лекцій проводиться дискусійне обговорення проблемних питань. Лабораторні роботи виконуються з використан-

ням програмного забезпечення MATLAB та Mathcad.

### Порядок та критерії оцінювання

Положення про семестровий поточний та підсумковий контроль навчальних досягнень здобувачів вищої освіти <http://ep3.nuwm.edu.ua/15311/> . Для визначення рівня засвоєння здобувачами освіти матеріалу використовуються такі методи оцінювання знань: оцінювання за виконання лабораторних та практичних робіт; опитування при захисті лабораторних та практичних робіт; оцінки за модульні контрольні роботи; підсумковий контроль знань. Усі форми контролю включено до 100-бальної шкали оцінювання:

| Вид заняття                                                                                                                                 | Бали       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>1. Поточна складова оцінювання</b>                                                                                                       |            |
| 1.1 Робота під час лекцій ( 15 пар * 1 балів).....                                                                                          | 15         |
| 1.2 Робота під час лаб. занять ( 15 пар * 1 балів).....                                                                                     | 15         |
| 1.3 Захисти звітів з лабораторних робіт:                                                                                                    |            |
| 1.3.1 №1 "Комп'ютерний аналіз процесів в однофазних лінійних електричних колах за диференційними рівняннями з використанням Simulink" ..... | 3          |
| 1.3.2 №2 "Дослідження трифазних лінійних електричних кіл з використанням комп'ютерних моделей" .....                                        | 3          |
| 1.3.3 №3 "Складання програми розрахунку значень параметрів схем заміщення електродвигунів" .....                                            | 3          |
| 1.3.4 №4 "Дослідження функціонування двигунів постійного струму з різними типами збудження з використанням комп'ютерних моделей" .....      | 3          |
| 1.3.5 №5 "Розроблення комп'ютерної моделі асинхронної машини з використанням Simulink та дослідження перехідних процесів" .....             | 3          |
| 1.3.6 №6 "Розроблення комп'ютерної моделі IGBT-транзистора та дослідження перехідних процесів при його комутації" .....                     | 3          |
| 1.3.7 №7 "Розроблення програми побудови дерева графа для заступної схеми електромережі" .....                                               | 3          |
| 1.3.8 №8 "Розроблення програми формування матриці головних перетинів для графа заступної схеми електромережі" .....                         | 3          |
| 1.3.9 №9 "Формування коефіцієнтів та чисельне розв'язання матричного диференційного рівняння стану електромережі" .....                     | 3          |
| 1.3.10 №10 "Статистичне оброблення результатів експериментальних досліджень" .....                                                          | 3          |
| <b>Всього поточна складова оцінювання.....</b>                                                                                              | <b>60</b>  |
| <b>2. Підсумкова складова оцінювання</b>                                                                                                    |            |
| 2.1. Модульний контроль №1.....                                                                                                             | 20         |
| 2.2. Модульний контроль №2.....                                                                                                             | 20         |
| <b>Всього підсумкова складова оцінювання.....</b>                                                                                           | <b>40</b>  |
| <b>Разом.....</b>                                                                                                                           | <b>100</b> |

## Поєднання навчання та досліджень

У процесі навчання здобувачі вищої освіти залучаються до реалізації наукових досліджень, зокрема за темою "Розробка та дослідження автоматичних та електротехнічних елементів і систем", яка зареєстрована в Українському інституті науково-технічної експертизи та інформації (державний реєстраційний номер 0116U000281). Передбачено можливість участі студентів у роботі наукових конференцій та публікації статей за результатами досліджень.

В освітньому процесі використовуються отримані індивідуальні наукові досягнення лектора. Методика статистичного оброблення експериментальних даних, що була розроблена в кандидатській дисертації Васильця С.В. «Математичне моделювання перехідних процесів в багатомашинних шахтних електротехнічних комплексах» та відображена в монографії [13], використана при викладанні теми «Оброблення результатів наукового експерименту».

Результати докторської дисертації Васильця С.В. на тему «Аналіз перехідних процесів і методи захисту електротехнічних комплексів шахтних електричних мереж», що відображені в монографії [3], використовуються при викладанні тем:

- «Розрахунок значень параметрів схем заміщення електродвигунів» [14];
- «Комп'ютерне моделювання електродвигунів» [15-17];
- «Комп'ютерні моделі силових напівпровідникових пристроїв», «Графоаналітичний опис схеми заміщення електромережі. Побудова графа електричної мережі», «Побудова дерева графа електромережі. Формування матриці головних перетинів», «Формування матричних диференціальних рівнянь стану електроенергетичної системи з використанням матрично-топологічного методу», «Методи чисельного розв'язання матричних диференціальних рівнянь стану електричного кола та їх програмна реалізація» [18-24].

## Інформаційні ресурси

### *Базова література*

- 1 Кириленко О. В., Сегеда М. С., Буткевич О. Ф., Мазур Т. А. Математичне моделювання в електроенергетиці: Підручник. Львів: Вид-во НУ «Львівська політехніка», 2010. 608 с.
- 2 Бурбело М. Й. Математичні задачі електроенергетики. Математичне моделювання електропостачальних систем: навч. посібник. Вінниця: ВНТУ, 2016. 185 с.
- 3 Сивокобиленко В. Ф., Василець С. В. Математичне моделювання перехідних процесів в електротехнічних комплексах шахтних електричних мереж: монографія. Луцьк: Вежа-Друк, 2017. 272 с.
- 4 Сивокобиленко В. Ф. Математичне моделювання в електротехніці і енергетиці: навчальний посібник. Донецьк: РВА ДонНТУ, 2005. 350 с.
- 5 Моделювання електромеханічних систем: підручник / Чорний О. П. та ін. Кременчук, 2001. 410 с.
- 6 Черных И. В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB,

- SimPowerSystems и Simulink. М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008. 288 с.
- 7 Черных И. В. Simulink: Инструмент моделирования динамических систем. Питер: ДМК Пресс, 2008. 400 с.
- 8 Копылов И. П. Математическое моделирование электрических машин: Учеб. пособие для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 2001. 327 с.
- 9 Герман-Галкин С. Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0: Уч. пособ. СПб.: КОРОНА принт, 2001. 320 с.

***Допоміжна література***

- 10 Чабан В. Й. Математичне моделювання в електротехніці. Львів: Видавництво Т. Сороки, 2010. 508 с.
- 11 Wang Xi-Fan, Song Yonghua, Malcolm Irving Modern Power Systems Analysis. New York, NY, USA: Springer Science+Business Media, LLC, 2008. 559 p.
- 12 Watson N., Arrillaga J. Power systems electromagnetic transients simulation. London: Institution of Engineering and Technology, 2007. 449 p.
- 13 Маренич К.М., Василець С.В. Зворотні енергетичні потоки асинхронних двигунів як фактор небезпеки в електромережі шахти: монографія. Донецьк: ДВНЗ «ДонНТУ», 2012. 206 с.
- 14 Сивокобыленко В.Ф., Василець С.В. Расчетно-экспериментальное определение параметров и характеристик асинхронных двигателей. Науковий вісник НГУ, 2014, №5. С. 76–82. (Scopus)
- 15 Сивокобыленко В.Ф., Василець С.В. Динамічна модель асинхронного двигуна з урахуванням зубчатості магнітопроводів. Наукові праці Донецького національного технічного університету, серія: «Обчислювальна техніка та автоматизація». 2015. Вип. №1(28)'2015. С 6-15.
- 16 Сивокобыленко В.Ф., Василець С.В. Математичне моделювання асинхронного двигуна з урахуванням динамічного насичення. Вісник Вінницького політехнічного інституту. №6. 2013. С.55-58.
- 17 Сивокобыленко В.Ф., Василець С.В. Математична модель асинхронного двигуна з урахуванням насичення сталі та витіснення струму в роторі. Моделювання та інформаційні технології. Збірник наукових праць Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є.Пухова НАН України. Вип 69. 2013. С. 3-10.
- 18 Сивокобыленко В.Ф., Василець С.В. Аналіз перехідних процесів в електромережі шахти засобами математичного моделювання. Електромеханічні і енергозберігаючі системи. 2015. Вип. 2/2015 (30). С. 116-126.
- 19 В.Ф. Сивокобыленко, С.В. Василець Математичне моделювання перехідних процесів в електромережі шахти матрично-топологічним методом. Журнал «Технологический аудит и резервы производства» ТОМ 2, № 1(22) (2015). С. 4-8.
- 20 Розроблення та дослідження сучасних систем електроенергетики та автоматизації. Монографія / В. В. Древецький, С. В. Василець, А. В. Рудик та інші. Рівне : Овід, 2020. 380 с. (ISBN 978-617-7514-32-8). Розділ 8 (С. В. Василець). Математичне моделювання функціонування та підвищення безпеки експлуатації напівпровідникових перетворювачів у складі електротехнічних комплексів.
- 21 Василець С.В., Василець К.С., Притула І.С. Удосконалення математичної моделі трифазного автономного інвертора напруги. Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: «Обчислювальна техніка та автоматизація». Покровськ: ДонНТУ. №1(32), 2019. С.6-16. URL: [https://science.donntu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/04/OTA\\_132\\_2019.pdf](https://science.donntu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/04/OTA_132_2019.pdf)
- 22 Vasylets S., Vasylets K. Refinement of the mathematical model of frequency converter

- cable branch with a single-phase short circuit. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2019. № 4/9 (100) 2019. P. 27-35 doi: 10.15587/1729-4061.2019.176571 (Scopus)
- 23 Vasylets S., Vasylets K. Improvement of the mathematical model of single-phase half-bridge inverter in state-variable form. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 4/5 (94) 2018. P. 14-21. (Scopus)
- 24 Василюк С.В., Василюк К.С. Удосконалення математичної моделі IGBT транзистора з урахуванням нелінійності ємностей переходів. Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. №1/2018 (108). С.9-14.
- 25 Руденко В. М. Математична статистика. Навч. посіб. К.: Центр учбової літератури, 2012. 304 с.
- 26 Літнарівич Р.М. Побудова і дослідження математичної моделі за джерелами експериментальних даних методами регресійного аналізу. Навчальний посібник, МЕНУ, Рівне, 2011. 140 с.
- 27 Білей П., Адамовський М., Ханік Я., Довга Н., Сорока Л. Методологія наукових досліджень технологічних процесів. Львів: Вид. НУ «Львівська політехніка», 2003. 352 с.
- 28 Засименко В.М. Основи теорії планування експерименту. Навч. посібник. Львів: Видав. ДУ «ЛП», 2000. 205 с.
- 29 Стеченко Д.М., Чмир О.С. Методологія наукових досліджень. Підручник. К.: Знання (Вища освіта XXI століття), 2005. 309 с.

#### ***Електронний репозиторій НУВГП***

- 30 Василюк С.В., Василюк К.С. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Комп'ютерний аналіз систем електроенергетики» (частина 1) для студентів за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» денної та заочної форм навчання. Рівне: НУВГП, 2017. 40с. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/7547/1/04-03-203.pdf>
- 31 Василюк С.В., Василюк К.С. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Комп'ютерний аналіз систем електроенергетики» (частина 2) для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за освітньо-професійною програмою «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» денної та заочної форм навчання. Рівне: НУВГП, 2020. 72 с. (04-03-284) URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/17509/>
- 32 Василюк С.В., Василюк К.С. Тестові завдання поточного контролю з навчальної дисципліни «Комп'ютерний аналіз систем електроенергетики» (частина 1) для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» денної та заочної форм навчання. Рівне: НУВГП, 2018. 104 с. (04-03-220). URL: [http://ep3.nuwm.edu.ua/10665/1/04-03-220\\_вип.pdf](http://ep3.nuwm.edu.ua/10665/1/04-03-220_вип.pdf)
- 33 Тимейчук О.Ю., Кузьменко В.М., Тимейчук Т.Б. Інформаційні системи та математичні методи наукових досліджень: Навчальний посібник. Рівне: НУВГП, 2011. 118 с. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/4667/1/v43.pdf>

#### ***Інші ресурси***

- 34 Журнал «Технічна електродинаміка» / [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://techned.org.ua/>
- 35 Архів публікацій Східноєвропейського журналу передових технологій / [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://journals.uran.ua/eejet/issue/archive>

- 36 Цифрова бібліотка факультету електроніки НТТУ «КПІ» / [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://fel.kpi.ua/>
- 37 Електронний науковий архів НУ «Львівська політехніка» / [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ena.lp.edu.ua>

### **Дедлайни та перескладання**

Ліквідація академічної заборгованості та реалізація повторного вивчення дисципліни здійснюються згідно з «Порядком ліквідації академічних заборгованостей у НУВГП» <http://ep3.nuwm.edu.ua/4273/> . Процедура перездачі модулів здійснюється згідно з: <https://nuwm.edu.ua/struktorni-pidrozdili/navch-nauk-tsentr-nezaleznoho-otsiniuvannia-znan/dokumenty> Оголошення стосовно дедлайнів здачі частин навчальної дисципліни публікуються на сторінці даної дисципліни на платформі MOODLE.

### **Неформальна та інформальна освіта**

Можливим є визнання (перезарахування) результатів навчання здобувачів освіти, що набуті за рахунок неформальної та інформальної освіти згідно з відповідним положенням: <https://nuwm.edu.ua/sp/neformalna-osvita>. Наприклад, студенти можуть самостійно проходити онлайн-курси на таких платформах, як Prometheus, Coursera, edEx, edEra, FutureLearn тощо. Знання та навички, що формуються під час проходження певного онлайн-курсу чи його частин, мають мати зв'язок з очікуваними навчальними результатами даного освітнього компоненту та бути перевірені в підсумковому оцінюванні.

### **Практики, представники бізнесу, фахівці, залучені до викладання**

Консультативну допомогу щодо підготовки лекційного матеріалу надають, а також до читання окремих лекцій залучається інженер-програміст вбудованих систем ТОВ «РЗА СИСТЕМЗ», канд. техн. наук, доцент Ставицький Володимир Миколайович, тема кандидатської дисертації «Математичне моделювання керованого асинхронного електропривода з вентально-трансформаторним інвертором для шахтного електровоза»

### **Правила академічної доброчесності**

Необхідна інформація стосовно академічної доброчесності, зокрема з питань плагіату, кодексу честі студентів, поведінки в аудиторії та інших наведена у відповідних документах на сторінці Якість освіти сайту НУВГП:

<http://nuwm.edu.ua/sp/akademichna-dobrochesnistj> Не допускається списування при виконанні поточних завдань, а також під час проведення поточного та підсумкового контролю знань – модулів, заліків, екзаменів. У випадку виявлення факту списування, до студентів будуть застосовані санкції у вигляді зниження підсумкової оцінки або ж позбавлення права подальшого виконання завдання. Принципи доброчесності у НУВГП та відповідність показникам забезпечення якості вищої освіти регламентовано НАЗЯВО та положеннями відділу якості освіти НУВГП. Сайт НАЗЯВО: <https://naqa.gov.ua/> Відділ якості освіти НУВГП: <https://nuwm.edu.ua/struktorni-pidrozdili/vyo/dokumenty>

### **Вимоги до відвідування**

Студенту не дозволяється пропускати заняття без поважних причин. Пропу-



щенні практичні та лабораторні заняття виконують згідно з графіком відпрацювань або консультацій, які публікуються на сторінці кафедри АЕКІТ: <https://nuwm.edu.ua/nni-akot/kaf-aekit> Пропущений лекційний матеріал опрацьовується самостійно з використанням матеріалів, що наведені на сторінці дисципліни в MOODLE. Студенти можуть використовувати на заняттях мобільні телефони та ноутбуки, але виключно для навчання.

#### **Оновлення**

Щорічно викладач з власної ініціативи оновлює зміст даної навчальної дисципліни на основі наукових досягнень і сучасних практик. Здобувачі вищої освіти також можуть долучатись до процедури оновлення навчальної дисципліни шляхом внесення пропозицій щодо новітніх досягнень в галузі. Така ініціатива може бути підставою для отримання додаткових балів.

#### **Академічна мобільність. Інтернаціоналізація**

Процедура визнання результатів навчання, отриманих в інших закладах освіти, зокрема під час академічної мобільності, визначається документами: <https://nuwm.edu.ua/sp/akademichna-mobilnist>. Міжнародні інформаційні ресурси, які можуть використовувати студенти для вивчення даної дисципліни: **Google Scholar:** <https://scholar.google.com/>; **Elsevier:** <https://www.elsevier.com/>; **Sciadirect** <https://www.sciencedirect.com/>; **ResearchGate:** <https://www.researchgate.net/>

Лектор: д.т.н., проф.

С.В. Василець