

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Навчально-науковий інститут енергетики, автоматики та водного господарства

04-03-165S

## СИЛАБУС

*навчальної дисципліни*

## SYLLABUS

|  |      |   |  |
|--|------|---|--|
| <b>Комп'ютерне моделювання енергооб'єктів</b>                                    |      | <b>Computer simulation of energy objects</b>  |  |
| Шифр за ОП   | ВБ11 | Code in Degree Programme  |  |
| Освітній рівень:<br>бакалаврський (перший)                                       |      | Level of Education:<br>Bachelor's (first)   |  |
| Галузь знань<br><b>Електрична інженерія</b>                                      | 14   | Field of Knowledge<br><b>Electrical engineering</b>                                     |  |
| Спеціальність<br><b>Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</b>     | 141  | Field of Study<br>Electrical energetics, electrical engineering and electromechanics    |  |
| Освітня програма:<br><b>Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</b> |      | Degree Programme:<br>Electrical energetics, electrical engineering and electromechanics |  |

РІВНЕ – 2023

Силабус навчальної дисципліни «Комп'ютерне моделювання енергооб'єктів» для здобувачів вищої освіти ступеня «бакалавр», які навчаються за освітньо-професійною програмою «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Рівне. НУВГП. 2023. 13 стор.

ОП на сайті університету: <http://ep3.nuwm.edu.ua/20906/>

Розробники силабусу:

Василець Святослав Володимирович, д.т.н., проф., проф. кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Василець Катерина Сергіївна, старший викладач кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Силабус схвалений на засіданні кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій  
Протокол № 3 від "10" жовтня 2023 року

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

Керівник (гарант) ОП: Літковець С.П., к.т.н., доц., доц. кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Схвалено науково-методичною радою з якості ННІ ЕАВГ  
Протокол № 2 від "24" жовтня 2023 року



Голова науково-методичної ради з якості ННІ ЕАВГ: Сафоник А.П., д.т.н., проф.

Попередня версія силабусу 04-03-32S

© НУВГП, 2023

| <b>ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ</b>  |   |
|--|---|
| Комп'ютерне моделювання енергооб'єктів |   |
| <b>ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ</b>             |   |
| Ступінь вищої освіти                   | <i>бакалавр</i>   |
| Освітня програма                       | <i>Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i>       |
| Спеціальність                          | <i>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i> |
| Рік навчання, семестр                  | <i>4 рік навчання, 7 семестр</i>                                  |
| Кількість кредитів                     | <i>4</i>  |
| Лекції:                                | <i>20 год. – денна форма, 2 год. – заочна форма</i>               |
| Лабораторні заняття:                   | <i>20 год. – денна форма, 10 год. – заочна форма</i>              |
| Самостійна робота:                     | <i>80 год. – денна форма, 108 год. – заочна форма</i>             |
| Курсовий проект:                       | <i>ні</i>   |
| Форма навчання                         | <i>денна/заочна</i>   |
| Форма підсумкового контролю            | <i>залік</i>  |
| Мова викладання                        | <i>державна</i>   |
|  |   |

## ІНФОРМАЦІЯ ПРО РОЗРОБНИКІВ

|                    |   |
|--------------------|---|
| Лектор             | <br><b>Василець Святослав Володимирович</b> , доктор технічних наук, професор, професор кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій |
| Вікіситет          | <a href="https://cutt.ly/n4AkFfg">https://cutt.ly/n4AkFfg</a>   |
| ORCID              | <a href="https://orcid.org/0000-0003-1299-8026">https://orcid.org/0000-0003-1299-8026</a>   |
| Як комунікувати    | <a href="mailto:s.vasylets@nuwm.edu.ua">s.vasylets@nuwm.edu.ua</a>  |
| Асистент лектора   | <br><b>Василець Катерина Сергіївна</b> , старший викладач кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій                              |
| Вікіситет          | <a href="https://cutt.ly/F4Ak6nK">https://cutt.ly/F4Ak6nK</a>   |
| ORCID              | <a href="https://orcid.org/0000-0002-7590-0754">https://orcid.org/0000-0002-7590-0754</a>   |
| Канали комунікації | <a href="mailto:k.s.vasylets@nuwm.edu.ua">k.s.vasylets@nuwm.edu.ua</a>  |

## ІНФОРМАЦІЯ ПРО ОСВІТНІЙ КОМПОНЕНТ

### Мета та завдання

Уміння аналізувати електроенергетичні комплекси та системи математичними методами, із застосуванням комп'ютерної техніки, є невід'ємною складовою формування професійної компетентності й важливою передумовою академічної та професійної мобільності здобувачів вищої освіти. Комп'ютерне моделювання електроенергетичних систем дозволяє задавати оптимальні режими функціонування електротехнічного обладнання, здійснювати проектування електроенергетичних систем за заданими критеріями, підвищувати точність налаштування уставок захисних апаратів. Це відповідає вимогам енергетичної стратегії України до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність», зокрема: «...підвищення енергоефективності на етапі генерації електро- та теплоенергії, зниження втрат енергії у подальшому при її передачі та розподілі...» (п. 2.1).

Метою освітньої компоненти є формування у здобувачів вищої освіти здатностей та навичок моделювання усталених процесів в електромережах промислових підприємств, міст і сільського господарства.

Завдання: оволодіти базовими знаннями з математичного та комп'ютерного моделювання усталених процесів в електромережах; набути базових знань щодо способів топологічного опису електромереж; вивчити методи оцінки значень параметрів елементів електромереж; оволодіти прийомами складання топологічних рівнянь стану; навчитися аналізувати процеси в електромережах підприємств, міст і сільського господарства.

**Посилання на розміщення освітнього компонента на навчальній платформі Moodle, на платформі освітніх програм та їхніх освітніх компонентів**

<https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4119>  
<http://surl.li/mfdlo>

#### **Передумови вивчення\***

**(місце освітнього компоненту в структурно-логічній схемі)**

Передумови вивчення забезпечують такі навчальні дисципліни: Програмування, Числові методи, Електричні машини, Теоретичні основи електротехніки.

#### **Компетентності**

K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.  
K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.  
K11. Здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проектування і розрахунків (САПР).  
K12. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.

#### **Програмні результати навчання**

PR05. Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.  
PR08. Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками.  
PR09. Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.  
PR19. Застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні.

#### **Структура та зміст освітнього компонента**

**ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ УСТАЛЕНИХ ТА**

## ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ

**Кількість годин:**

|                     | Денна форма | Заочна форма |
|---------------------|-------------|--------------|
| Лекції              | 14          | 2            |
| Лабораторні заняття | 16          | 8            |
| Самостійна робота   | 60          | 80           |

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

| Тема   |            |
|--|------------|
| Кількість годин, результати навчання, література | Зміст теми |

### Тема 1 Особливості математичного та комп'ютерного моделювання енергооб'єктів. Елементи теорії множин.

| год. | ден. | заоч. |
|------|------|-------|
| лек. | 2    | 1     |
| лаб. | 2    | 1     |

Результати навчання: ПР 05, 08, 09, 19  
Література: [1-7]

Застосування математичного апарату для аналізу процесів в електроенергетичних системах. Відмінність прикладної математики від теоретичної. Основні математичні методи, що необхідні інженеру-електрику, та їх співвідношення з практичними завданнями. Типи моделей електроенергетичних об'єктів. Етапи побудови математичної моделі об'єкту дослідження. Оцінка адекватності моделі. Основні помилки при побудові математичних моделей. Основні комп'ютерні програми для моделювання перехідних та усталених процесів в електроенергетичних об'єктах. Елементи теорії множин. Основні поняття та визначення. Співвідношення між множинами. Операції над множинами. Відображення.  
**Лабораторна робота № 1.** Основні методи роботи з системою Mathcad.

### Тема 2 Елементи теорії графів. Топологічний опис структури електричного кола

| год. | ден. | заоч. |
|------|------|-------|
| лек. | 2    | 1     |
| лаб. | 4    | 2     |

Результати навчання: ПР 05, 08, 09, 19  
Література: [1-7]

Основні поняття та визначення. Шлях, контур і прадерево графа. Ребро, ланцюг, цикл, дерево графа. Незалежні цикли та контури. Матриці суміжності. Матриці інциденцій. Матриця перетинів. Вихідна інформація для розрахунку режимів електроенергетичної системи. Припущення, що приймаються при складанні заступної схеми електромережі. Представлення на заступній схемі типових елементів електромережі. Складання графа електричної мережі. Виділення дерева графа. Складання першої та другої матриць інциденцій. Отримання матриці головних перетинів. Матриця імпедансів віток. Матриця адмітансів віток. Приклад складання заступної схеми фрагменту електромережі та визначення топологічних матриць.  
**Лабораторна робота № 2.** Матричні операції у Mathcad.  
**Лабораторна робота № 3.** Робота з комплексними числами у Mathcad

### Тема 3 Закони електричних кіл в матричній формі. Аналіз електричного кола на базі вузлових та контурних рівнянь

| год. | ден. | заоч. |
|------|------|-------|
|      |      |       |

Закон Ома в матричній формі. Закони Кірхгофа в матричній формі. Узагальнене рівняння стану в

|      |   |   |
|------|---|---|
| лек. | 2 | 0 |
| лаб. | 2 | 1 |

Результати навчання: ПР  
05, 08, 09, 19  
Література: [1-7]

матричній формі. Вузлове рівняння стану в матричній формі. Контурне рівняння стану в матричній формі. Розрахунок усталених режимів електричних мереж.  
**Лабораторна робота № 4.** Моделювання усталеного режиму лінійного електричного кола

#### Тема 4 Моделювання перехідних процесів в одномасовій та двомасовій електромеханічній системі

|      |      |       |
|------|------|-------|
| год. | ден. | заоч. |
| лек. | 2    | 0     |
| лаб. | 2    | 1     |

Результати навчання: ПР  
05, 08, 09, 19  
Література: [1-7]

Аналіз типів механічних характеристик електричних машин. Лінеаризація стійкої частини механічної характеристики для асинхронної машини та двигуна постійного струму. Поняття жорсткості механічної характеристики. Оцінювання жорсткості. Основне рівняння динаміки електропривода, його складові. Математичний опис перехідних процесів в одномасовому лінійному електромеханічному перетворювачі у вигляді диференційного рівняння першого порядку. Математичний опис механічного зв'язку, що характеризується скінченною жорсткістю, між двома масами. Складання системи диференціальних рівнянь, що описує перехідні процеси в двомасовій електромеханічній системі. Представлення системи диференціальних рівнянь у вигляді матричного диференційного рівняння.  
**Лабораторна робота № 5.** Моделювання перехідних процесів в одномасовому лінійному електромеханічному перетворювачі

#### Тема 5 Методи чисельного розв'язання звичайних диференціальних рівнянь

|      |      |       |
|------|------|-------|
| год. | ден. | заоч. |
| лек. | 2    | 0     |
| лаб. | 2    | 1     |

Результати навчання: ПР  
05, 08, 09, 19  
Література: [1-7]

Класифікація методів. Методи Ейлера, Рунге-Кутта. Стійкість методів. Розв'язання жорстких систем диференціальних рівнянь. Метод Гіра. Чисельне розв'язання матричного диференційного рівняння засобами MathCAD. Застосування функцій MathCAD rfixed та Rkadapt для чисельного розв'язання диференційного рівняння першого порядку.  
**Лабораторна робота № 6.** Моделювання перехідних процесів в двомасовій електромеханічній системі

#### Тема 6 Моделювання узагальненого електромеханічного перетворювача. Системи координат. Математична модель асинхронного двигуна

|      |      |       |
|------|------|-------|
| год. | ден. | заоч. |
| лек. | 2    | 0     |
| лаб. | 2    | 1     |

Результати навчання: ПР  
05, 08, 09, 19  
Література: [1-7]

Поняття узагальненого електромеханічного перетворювача. Обмотки статора і ротора. Взаємна індуктивність між обмотками. Вираз для потокозчеплення кожної обмотки. Перетворення багатозазного симетричного перетворювача до еквівалентного двофазного. Використання систем координат: нерухомої відносно статора, відносно ротора, відносно поля. Взаємозв'язок між системами координат. Метод просторового вектора. Припущення, що приймаються при формуванні моделі асинхронного двигуна. Заступна схема двигуна в просторових векторах. Диференціальні рівняння електричної рівноваги в просторових векторах та механічної рівноваги. Формування математичної моделі асинхронного двигуна в нерухомій системі координат.

Лабораторна робота № 7. Моделювання перехідного процесу пуску асинхронного двигуна

### Тема 7

#### Розв'язування алгебраїчних і трансцендентних рівнянь однієї змінної чисельними методами. Інтерполяція та апроксимація функцій

|      |      |       |
|------|------|-------|
| год. | ден. | заоч. |
| лек. | 2    | 0     |
| лаб. | 2    | 1     |

Результати навчання: ПР 05, 08, 09, 19  
Література: [1-7]

Метод половинного ділення. Метод простої ітерації. Метод Ньютона. Засоби MathCAD для розв'язування алгебраїчних і трансцендентних рівнянь однієї змінної. Інтерполяційна формула Лагранжа. Інтерполяційна формула Ньютона. Похибка інтерполяції. Функції MathCAD для здійснення інтерполяції. Апроксимація функцій. Метод найменших квадратів. Апроксимація функцій в MathCAD.

Лабораторна робота № 8. Апроксимація експериментальних даних за допомогою методу найменших квадратів

## ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. КОМП'ЮТЕРНИЙ АНАЛІЗ ВИПАДКОВИХ ПРОЦЕСІВ В ЕНЕРГООБ'ЄКТАХ

### Кількість годин:

|                     | Денна форма | Заочна форма |
|---------------------|-------------|--------------|
| Лекції              | 6           | 0            |
| Лабораторні заняття | 4           | 2            |
| Самостійна робота   | 20          | 28           |

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

| Кількість годин, результати навчання, література | Зміст теми |
|--|------------|
|--|------------|

### Тема 8

#### Основи математичної статистики. Числові характеристики вибірок. Загальні поняття про статистичні критерії

|      |      |       |
|------|------|-------|
| год. | ден. | заоч. |
| лек. | 2    | 0     |
| лаб. | 2    | 1     |

Результати навчання: ПР 05, 08, 09, 19  
Література: [1-7]

Поняття вибірки, генеральної сукупності. Функція розподілу, щільність розподілу.

Оцінювання вибіркового середнього, стандартного відхилення, моди, медіани тощо. Статистична гіпотеза. Нульова та конкуруюча гіпотези. Статистичний критерій. Класифікація критеріїв. Основні критерії, що використовуються при статистичному аналізі.

Лабораторна робота № 9. Оцінка числових характеристик розподілу випадкової величини

### Тема 9

#### Однорідність математичних очікувань та дисперсій вибірок. Побудова регресійної залежності

|      |      |       |
|------|------|-------|
| год. | ден. | заоч. |
| лек. | 2    | 0     |
| лаб. | 0    | 0     |

Результати навчання: ПР 05, 08, 09, 19  
Література: [1-7]

Постановка паралельних експериментів. Можливість об'єднання декількох вибірок, перевірка приналежності вибірок до однієї генеральної сукупності. Перевірка вибірок на нормальність розподілу за критерієм згоди Колмогорова-Смирнова. Перевірка гіпотези про однорідність вибірових дисперсій двох вибірок за критерієм Фішера, декількох вибірок - за критерієм Кохрена. Визначення ступеня щільності зв'язку між досліджуваними змінними (коефіцієнт лінійної кореляції, кореляційне відношення, оцінка значущості їх емпіричних

значень). Перевірка гіпотези про лінійний вид залежності між досліджуваними змінними. Розрахунок параметрів лінії регресії за методом найменших квадратів. Побудова довірчих інтервалів для лінії регресії.

### Тема 10 Випадкові процеси. Кореляційна функція

|      |      |       |
|------|------|-------|
| год. | ден. | заоч. |
| лек. | 2    | 0     |
| лаб. | 2    | 1     |

Результати навчання: ПР 05, 08, 09, 19  
Література: [1-7]

Поняття випадкової функції та випадкового процесу. Реалізація випадкового процесу. Стаціонарні та нестаціонарні випадкові процеси. Математичним очікуванням та дисперсією випадкової функції. Кореляційна функція, коефіцієнт кореляції.  
**Лабораторна робота № 10.** Параметричне оцінювання випадкових процесів

### Форми та методи навчання

Форми занять: лекція, лабораторна робота, самостійна робота. Методи навчання: демонстрація (демонструються математичні, комп'ютерні моделі, рівняння, графіки, діаграми, фрагменти програм, структурних схем моделей тощо), навчальна дискусія. Технології викладання: аналіз проблемних питань, обговорення, презентації.

### Інструменти, обладнання, програмне забезпечення

Лекції читаються з використанням мультимедійного проектора. Під час лекцій проводиться дискусійне обговорення проблемних питань. Лабораторні роботи виконуються з використанням програмного середовища MathCAD.

### Порядок оцінювання програмних результатів навчання/ результатів навчання

Форми оцінювання відбуваються у вигляді:  
– оцінювання роботи під час лекційних занять;  
– оцінювання роботи під час виконання лабораторних робіт;  
– оцінювання захиту звітів з лабораторних робіт;  
– модульних та підсумкового контролю в системі Moodle.  
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 робіт; опитування при захисті лабораторних; 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 ( 10 пар * 0,5 бали)                | 5         |
| 1.2 Робота під час лаб. занять ( 10 пар * 0,5 бали)           | 5         |
| 1.3 Захисти звітів з лабораторних робіт (10 звітів * 5 балів) | 50        |
| <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> |



Разом

100

Модульні контролі (МК1, МК2) проводяться шляхом тестування в системі Moodle. Час виконання білету становить 30 хв. Білет тестового завдання має завдання трьох рівнів складності, які оцінюються наступним чином:

| Рівень складності | Кількість завдань в білеті | Оцінка завдань (бали) |          |
|-------------------|----------------------------|-----------------------|----------|
|                   |                            | за одне               | загальна |
| 1                 | 20                         | 0,6                   | 12       |
| 2                 | 9                          | 0,75                  | 6,75     |
| 3                 | 1                          | 1,25                  | 1,25     |
|                   | 30                         |                       | 20       |

### Рекомендована література (основна, допоміжна)

#### Основна 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 Хоменко О.В. Математичні задачі енергетики. Моделювання і аналіз усталених режимів роботи електричних систем [Електронне видання]: навч. посіб.. К.: НТУУ «КПІ», 2016. 109 с.
- 3 Сивокобиленко В.Ф., Василюк С.В. Математичне моделювання перехідних процесів в електротехнічних комплексах шахтних електричних мереж: монографія. Луцьк: Вежа-Друк, 2017. 272 с.
- 4 Бурбело М.Й. Математичні задачі електроенергетики. Математичне моделювання електропостачальних систем: навч. посібник. Вінниця: ВНТУ, 2016. 185 с.
- 5 Сивокобиленко В.Ф. Математичне моделювання в електротехніці і енергетиці: навчальний посібник. Донецьк: РВА ДонНТУ, 2005. 350 с.
- 6 Сясев А. В. Вступ до системи MathCAD: Навч. посіб. Д.: Вид-во Дніпропетр. ун-ту, 2004. 108 с.
- 7 MathCAD у дослідженні технічних систем: Навч. посібник / В.П. Франчук, К.С. Заболотний та ін. Дніпропетровськ: НГУ, 2004. 145 с.

#### Допоміжна література:

- 8 Фельдман Л.П., Петренко А.І., Дмитрієва О.А. Чисельні методи в інформатиці. К.: ВНУ, 2006. 480 с.
- 9 Чабан В.Й. Математичне моделювання в електротехніці. Львів: Видавництво Т. Сороки, 2010. 508 с.
- 10 Wang Xi-Fan, Yonghua Song, Malcolm Irving Modern Power Systems Analysis. New York, NY, USA: Springer Science+Business Media, LLC, 2008. 559 p.
- 11 Буката Л.Н., Глазунова Л.В. Чисельні методи та моделювання на ЕОМ: навчальний посібник. Ч. 1. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2013. 84 с.
- 12 Перехідні процеси в системах електропостачання: підручник для ВНЗ / Г.Г. Півняк, І.В. Жежеленко, Ю.А. Папаїка, Л.І. Несен, за ред. Г.Г. Півняка; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. 5-те вид., доопрац. та допов. Дніпро: НГУ, 2016. 600 с.
- 13 Розроблення та дослідження сучасних систем електроенергетики та автоматизації. Монографія / В. В. Древецький, С. В. Василюк, А. В. Рудик та інші. Рівне : Овід, 2020. 380 с. (ISBN 978-617-7514-32-8). Розділ 8 (С. В. Василюк). Математичне моделювання функціонування та підвищення безпеки експлуатації напівпровідникових перетворювачів у складі електротехнічних комплексів.
- 14 Руденко В. М. Математична статистика. Навч. посіб. К.: Центр учбової літератури, 2012. 304 с.
- 15 Літнарівич Р.М. Побудова і дослідження математичної моделі за джерелами експериментальних даних методами регресійного аналізу. Навчальний посібник,

- МЕГУ, Рівне, 2011. 140 с.
- 16 Білей П., Адамовський М., Ханик Я., Довга Н., Сорока Л. Методологія наукових досліджень технологічних процесів. Львів: Вид. НУ «Львівська політехніка», 2003. 352 с.
  - 17 Засименко В.М. Основи теорії планування експерименту. Навч. посібник. Львів: Видав. ДУ «ЛП», 2000. 205 с.
  - 18 Стеченко Д.М., Чмир О.С. Методологія наукових досліджень. Підручник. К.: Знання (Вища освіта XXI століття), 2005. 309 с.

### Інформаційні ресурси в Інтернет

- 1 Журнал «Технічна електродинаміка» / [Електронний ресурс]. URL: <http://techned.org.ua/>
- 2 Офіційний сайт компанії ТЕХНОПОЛІС – офіційного представника корпорації РТС Inc. в Україні / [Електронний ресурс]. URL: <http://mathcad.com.ua/>
- 3 Архів публікацій Східноєвропейського журналу передових технологій / [Електронний ресурс]. URL: <http://journals.urau.ua/eejet/issue/archive>
- 4 Цифрова бібліотка факультету електроніки НТТУ «КПІ» / [Електронний ресурс]. URL: <http://fel.kpi.ua/>
- 5 Електронний науковий архів НУ «Львівська політехніка» / [Електронний ресурс]. URL: <http://ena.lp.edu.ua>

### Поєднання навчання та досліджень

У процесі навчання здобувачі вищої освіти залучаються до реалізації наукових досліджень, передбачено можливість участі студентів у роботі наукових конференцій та публікації статей за результатами досліджень.

В освітньому процесі використовуються отримані індивідуальні наукові досягнення лектора з тем «Комп'ютерне моделювання електроенергетичних об'єктів матрично-топологічним методом», «Методи чисельного розв'язання звичайних диференціальних рівнянь: Ейлера, Рунге-Кутта, Гіра», «Математична модель асинхронного двигуна», що одержані в докторській дисертації Васильця С.В. на тему «Аналіз перехідних процесів і методи захисту електротехнічних комплексів шахтних електричних мереж».

### ПОЛІТИКИ ВИКЛАДАННЯ ТА НАВЧАННЯ

#### 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.

#### Дедлайни та перескладання

Ліквідація академічної заборгованості та реалізація повторного вивчення дисципліни здійснюються згідно з «[Порядком ліквідації академічних заборгованостей у НУВГП](#)». Процедура перездачі модулів здійснюється згідно з: <https://nuwm.edu.ua/strukturi-pidrozdi/навч-наук-тсентр-незалежного-отсінювання-знан>  
Оголошення стосовно дедлайнів здачі частин навчальної дисципліни публікуються на сторінці даної дисципліни на платформі MOODLE.

## Неформальна та інформальна освіта

Відповідно до [Положення](#) студенти мають право на визнання (перезарахування) результатів навчання, які здобуті шляхом неформального та інформального навчання.

Зокрема, студенти можуть самостійно проходити онлайн-курси на таких навчальних платформах, як Prometheus, Coursera, edEx, edEra, FutureLearn та інших, для наступного перезарахування результатів навчання.

При цьому важливо, щоб знання та навички, що формуються під час проходження певного онлайн-курсу чи його частин, мали зв'язок з програмними результатами даної дисципліни зазначеними вище, та перевірялись в підсумковому оцінюванні.

## Правила академічної доброчесності

При виконанні розрахунково-практичних завдань, написанні індивідуальних робіт або есе студенти повинні дотримуватися академічної доброчесності. Документи з академічної доброчесності викладені на сайті університету <http://nuwm.edu.ua/sp/akademichna-dobrochesnistj>. Студент зобов'язаний дотримуватися [Кодексу честі студентів НУВГП](#), який встановлює загальні моральні принципи та правила етичної поведінки осіб, які навчаються в університеті, та якими вони мають керуватися у своїй діяльності. Письмові роботи перевіряються на наявність плагіату і допускаються до захисту із коректними текстовими запозиченнями встановленими [Положенням про виявлення та запобігання академічного плагіату в НУВГП](#). Принципи доброчесності у НУВГП та відповідність показникам забезпечення якості вищої освіти регламентовано Національним агентством із забезпечення якості вищої освіти та положеннями відділу якості освіти НУВГП. Сайт Національного агентства із забезпечення якості вищої освіти: <https://naqa.gov.ua/>. Відділ якості освіти НУВГП: <https://nuwm.edu.ua/strukturni-pidrozdili/vyo>

## Вимоги до відвідування

Відвідування занять здобувачем вищої освіти є обов'язковим. За об'єктивних причин проведення занять, консультування може проводитися у змішаному форматі із застосуванням інтернет інструментів (GoogleMeet, Moodle). Здобувачі можуть на заняттях використовувати мобільні телефони та ноутбуки, але виключно в навчальних цілях з даної дисципліни.

Автор  
Професор

Святослав ВАСИЛЕЦЬ

Затверджено

Проректор з науково-педагогічної та  
навчальної роботи

Валерій СОРОКА



документ підписаний КЕП  
Номер документа СИЛ №1288 від [sDateTime\_SignWriteAgree\_Last]  
Підписувач Сорока Валерій Степанович  
Підписувач (дані КЕП): [oSignECPsSigner\_Sert]  
Сертифікат 58E2D9E7F900307B04000000807E2D0054327D00