

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

Навчально-науковий інститут автоматики, кібернетики та обчислювальної техніки

04-03-145S

**СИЛАБУС**  
*навчальної дисципліни*

**SYLLABUS**

<b>Телемеханіка в енергетиці</b>		<b>Telemechanics in power engineering</b>	
Шифр за ОП	ВБ2.2	Code in Degree Programme	
Освітній рівень: магістерський (другий)		Level of Education: Master's (second)	
Галузь знань <b>Електрична інженерія</b>	14	Field of Knowledge <b>Electrical engineering</b>	
Спеціальність <b>Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</b>	141	Field of Study Electrical energetics, electrical engineering and electromechanics	
Освітня програма: <b>Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</b>		Degree Programme: Electrical energetics, electrical engineering and electromechanics	

РІВНЕ – 2023

Силабус навчальної дисципліни «Телемеханіка в енергетиці» для здобувачів вищої освіти ступеня «магістр», які навчаються за освітньо-професійною програмою «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Рівне. НУВГП. 2023. 11 стор.

ОП на сайті університету: <https://ep3.nuwm.edu.ua/20907/>

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 АЕКІТ  
Протокол №1 від «29» серпня 2023 року

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

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

Схвалено науково-методичною радою з якості ННІ АКOT  
Протокол №9 від «31» серпня 2023 року

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


Попередня версія силабусу - відсутня

© НУВГП, 2023

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	
Телемеханіка в енергетиці	
ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ	
Ступінь вищої освіти	<i>магістр</i>
Освітня програма	<i>Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i>
Спеціальність	<i>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i>
Рік навчання, семестр	<i>1 рік навчання, 2 семестр</i>
Кількість кредитів	<i>6</i>
Лекції:	<i>32 год. – денна форма, 2 год. – заочна форма</i>
Лабораторні заняття:	<i>22 год. – денна форма, 6 год. – заочна форма</i>
Практ / Семінари	<i>6 год. – денна форма, 2 год – заочна</i>

	<i>форма</i>
Самостійна робота:	<i>120 год. – денна форма, 170 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	<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	<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

Метою навчальної дисципліни є вивчення сучасних протоколів обміну даних та промислових мереж, що застосовуються у складі електроенергетичних об'єктів.

Завдання:

- вивчити промислові мережі, що застосовуються в електроенергетичній галузі;
- вивчити мови програмування ПЛК;

- вміти проектувати системи телемеханіки для електричних мереж та систем;
- засвоїти основні методи захисту телемеханічних мереж від перешкод;
- вивчити сучасні засоби віддаленої передачі інформації.

**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=5652>

<https://nuwm.edu.ua/nni-akot/osvitni-prohramy/item/elektroenerhetyka-elektrotekhnika-ta-elektromekhanika-druhomahistersko-ho-rivnia-vyshchoi-osvity-za-spetsialnistiu-141-elektroenerhetyka-elektrotekhnika-ta-elektromekhanika>

### Компетентності

ФК07. Здатність формалізувати задачі з прийняття рішень в електроенергетичній галузі.

ФК10. Здатність розробляти технічні завдання на проектування і виготовлення комплексів і систем захисту, автоматики, інформаційного забезпечення та управління електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних об'єктів.

### Програмні результати навчання

ПРН-09. 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-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. Промислові інтерфейси та мережі

	Денна форма	Заочна форма
Лекції	20	1
Лабораторні заняття	12	3
Практичні роботи	6	2
Самостійна робота	70	100

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

Кількість	Тема
	Зміст теми

годин, результати навчання, література

### Тема 1 Промислові мережі, що застосовуються в електроенергетичній галузі

год.	ден.	заоч.
лек.	2	0,5
лаб.	0	0
практ.	2	1

Результати навчання:  
ПРН-09, ПРН-13, ПРН-21  
Література: [1-5]

Визначення телемеханіки. Історія розвитку телемеханічних пристроїв. Класифікація систем телемеханіки, що застосовуються в електроенергетичній галузі. Приклади типових телемеханічних систем.

**Практична робота 1.** Знайомство з конструкцією та улаштуванням лабораторного стенда PHOENIX CONTACT

### Тема 2 Модель OSI

год.	ден.	заоч.
лек.	2	0,5
лаб.	2	0,5
практ.	2	0,5

Результати навчання:  
ПРН-09, ПРН-13, ПРН-21  
Література: [1-5]

Загальне визначення. Фізичний рівень. Канальний рівень. Мережевий рівень. Транспортний рівень. Сеансовий рівень. Рівень представлення. Прикладний рівень. Переваги та недоліки моделі OSI.

**Лабораторна робота 1.** Знайомство з середовищем програмування PCWORX для контролерів PHOENIX CONTACT

**Практична робота 2.** Вивчення характеристик обладнання лабораторного стенда PHOENIX CONTACT

### Тема 3 Інтерфейси RS-232, RS-485, RS-422

год.	ден.	заоч.
лек.	2	0
лаб.	2	0,5

Результати навчання:  
ПРН-09, ПРН-13, ПРН-21  
Література: [1-5]

Принципи побудови. Стандартні параметри. Узгодження ліній з передавачем та приймачем. Топологія мережі на основі RS-485. Інтерфейси RS-232, RS-422.

**Лабораторна робота 2.** Створення найпростішого проекту в PCWORX на мові FBD

### Тема 4 Інтерфейс «струмова петля». HART-протокол. CAN

год.	ден.	заоч.
лек.	2	0
лаб.	2	0,5

Результати навчання:  
ПРН-09, ПРН-13, ПРН-21  
Література: [1-5]

Область застосування інтерфейсу «струмова петля», особливості роботи. Специфікація HART-протоколу. WirelessHART. Фізичний та канальний рівень CAN. Топологія мережі CAN. Область застосування CAN. Протоколи високого рівня для CAN.

**Лабораторна робота 3.** Створення проекту в PCWORX на мові LD

### Тема 5 Мережі PROFIBUS

год.	ден.	заоч.
лек.	4	0
лаб.	2	0,5
практ.	2	0,5

Результати навчання:  
ПРН-09, ПРН-13, ПРН-21  
Література: [1-5]

Структура промислової мережі з використанням PROFIBUS. Характеристики і сфера застосування. Реалізація фізичного рівня PROFIBUS DP. Організація електричної передачі і оптичної передачі. Архітектура протоколів і профілі PROFIBUS. Рівні PROFIBUS DP. Реалізація канального рівня. Діагностика і конфігурація пристроїв по шині PROFIBUS. Введення в систему АСУЕ даних з типових датчиків. Управління виконавчими механізмами за допомогою PROFIBUS.  
**Лабораторна робота 4.** Конфігурування датчиків та виконавчих механізмів в мережі PROFIBUS DP.

**Практична робота 3.** Вивчення типових схем підключення давачів до мережі PROFIBUS DP.

**Тема 6  
Мережі Modbus**

год.	ден.	заоч.
лек.	2	0
лаб.	2	0,5

Результати навчання:  
ПРН-09, ПРН-13, ПРН-21

Література: [1-5]

Історія Modbus. Основні характеристики. Категорії кодів функцій. Модель даних. Стандартні функції протоколу Modbus. Читання даних. Запис одного значення. Запис декількох значень. Контроль помилок у протоколі Modbus RTU. RTU фрейм. Логічні помилки. Стандартні коди помилок.  
**Лабораторна робота 5.** Програмування віддаленого опитування дискретних датчиків

**Тема 7  
Промисловий Ethernet**

год.	ден.	заоч.
лек.	4	0
лаб.	0	0

Результати навчання:  
ПРН-09, ПРН-13, ПРН-21  
Література: [1-5]

Основні завдання промислового Ethernet. Вимоги до обладнання. Канали зв'язку. Канали зв'язку на основі витих пар. Канали зв'язку на основі промислових витих пар. Оптичні канали зв'язку. Бездротові канали зв'язку. Комбіновані системи. Приклади реалізації промислового Ethernet: EtherCAT (Ethernet for Control Automation Technology), Profinet, Modbus TCP, Ethernet Powerlink.

**Тема 8  
Безпроводні локальні мережі**

год.	ден.	заоч.
лек.	2	0
лаб.	2	0,5

Результати навчання:  
ПРН-09, ПРН-13, ПРН-21  
Література: [1-5]

Проблеми безпроводних мереж та шляхи їх розв'язання. Bluetooth. ZigBee та IEEE 802.15.4. Wi-Fi та IEEE 802.11. Порівняння безпроводних мереж.  
**Лабораторна робота 6.** Керування дискретними виконавчими механізмами

**ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. МЕРЕЖЕВЕ ОБЛАДНАННЯ СИСТЕМ ТЕЛЕМЕХАНІКИ**

**Кількість годин:**

	Денна форма	Заочна форма
Лекції	12	1
Лабораторні заняття	10	3
Самостійна робота	50	70

**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 9  
Мережеве обладнання**

год.	ден.	заоч.
лек.	2	0,5
лаб.	2	0,5

Результати навчання:  
ПРН-09, ПРН-13, ПРН-21

Література: [1-5]

Повторювачі інтерфейсу. Концентратори (хаби). Перетворювачі інтерфейсу. Адресовані перетворювачі інтерфейсу. Міжмережеві шлюзи. Кабелі для промислових мереж.  
**Лабораторна робота 7.** Програмування контролю та керування аналоговими об'єктами системи телемеханіки PHOENIX CONTACT

**Тема 10**  
**Захист від перешкод**

год.	ден.	заоч.
лек.	2	0,5
лаб.	2	0,5

Результати навчання:  
ПРН-09, ПРН-13, ПРН-21  
Література: [1-5]

Характеристики перешкод. Перешкоди з мережі електропостачання. Блискавка. Статична електрика. Перешкоди через кондуктивні зв'язки. Електромагнітні перешкоди. Інші типи перешкод. Методи екранування та заземлення.

**Лабораторна робота 8.** Діагностика датчиків та виконавчих механізмів в мережі PROFIBUS DP.

**Тема 11**  
**Контролери для систем телемеханіки електроенергетичних об'єктів**

год.	ден.	заоч.
лек.	2	0
лаб.	2	0,5

Результати навчання:  
ПРН-09, ПРН-13, ПРН-21  
Література: [1-5]

Програмовані логічні контролери. Типи, архітектура, характеристики. ПЛК PHOENIX CONTACT.

**Лабораторна робота 9.** Модифікація мережі при зміні типів датчиків або додаванні пристроїв введення-виведення

**Тема 12**  
**Мови програмування ПЛК**

год.	ден.	заоч.
лек.	2	0
лаб.	2	0,5

Результати навчання:  
ПРН-09, ПРН-13, ПРН-21  
Література: [1-5]

Програмування ПЛК на мовах FBD, LD, IL, ST, SFC. Основні команди кожної мови програмування. Написання програм в середовищі PCWORX.

**Лабораторна робота 10.** Функціонування системи телемеханіки при порушенні цілісності промислової мережі обміну даними

**Тема 13**  
**Цифрова підстанція**

год.	ден.	заоч.
лек.	4	0
лаб.	2	1

Результати навчання:  
ПРН-09, ПРН-13, ПРН-21  
Література: [1-5]

Структура цифрової підстанції (польовий рівень, рівень приєднань, стаціонарний рівень). Первинні датчики збору дискретної інформації і передачі команд керування, первинні датчики збору аналогової інформації. Інтелектуальні електронні пристрої керування і моніторингу. Термінали релейного захисту та локальної протиаварійної автоматики. Сервери верхнього рівня. АРМ персоналу підстанції.

**Лабораторна робота 11.** Розроблення автоматизованого робочого місця диспетчера підстанції

**Форми та методи навчання**

Форми занять: лекція, лабораторна робота, самостійна робота. Методи навчання: демонстрація (демонструються мікросхеми, їх архітектура, мікропроцесори, мікроконтролери, програматори тощо), навчальна дискусія. Технології викладання: аналіз проблемних питань, обговорення, презентації.

**Інструменти, обладнання, програмне забезпечення**

Лекції читаються з використанням мультимедійного проектора для демонстрації контролерів, інтерфейсів тощо. Під час лекцій демонструються натурні зразки обладнання, проводиться дискусійне обговорення проблемних питань. Лабораторні роботи виконуються з використанням навчальних стендів АХС Trainer компанії Phoenix Contact. Програмне забезпечення – PCWORX.

## 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;
- оцінювання виконання практичних робіт;
- модульних та підсумкового контролів 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 (16 пар * 0,5 бали)	8
1.2 Робота під час лаб. занять (11 пар * 0,5 бали)	5,5
1.3 Захисти звітів з лабораторних робіт (11 звітів * 3,7 бали)	40,5
1.4 Виконання практичних робіт (3 роботи * 2 бали)	6
<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>

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

Підсумовий контроль проводиться шляхом тестування в системі Moodle. Час виконання білету становить 80 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	30	0,9	27
2	9	1	9
3	1	4	4
	40		40



## Рекомендована література

1. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах: Навч. посібник / Пупена О.М. та ін. К.: Вид-во «Ліра-К», 2011. 552 с.

2. Промислові мережі: теорія і практика застосування протоколів та інтерфейсів : навч. посібник / І. Г. Лисаченко [та ін.]; Харківський політехнічний ін-т, нац. техн. ун-т. - Харків : Підручник НТУ «ХПІ», 2016. - 176 с.

3. Плешков П.Г., Серебренников С.В., Петрова К.Г. Телемеханіка та автоматизовані системи управління в електроенергетиці: навч. посіб. Киров. нац. тех. ун-т. Кировоград: КНТУ, 2016. 163 с.

4. Воробієнко П.П., Нікітюк Л.А., Резніченко П.І. Телекомунікаційні та інформаційні мережі: Підручник. К.: САММІТ-Книга, 2010. 708 с.

5. Горбатий І.В., Бондарев А.П. Телекомунікаційні системи та мережі. Принципи функціонування, технології та протоколи. Львів: Львівська політехніка, 2016. 336 с.

## Інформаційні ресурси в Інтернет

1. Загальна характеристика стандарту PROFINET. Режим доступу: <https://www.profibus.com/technology/profinet>

2. Організація Industrie 4.0. Режим доступу:

<https://www.profibus.com/technology/industrie-40>

3. Промисловий зв'язок на базі PROFIBUS. Режим доступу:

<https://www.siemens.com/ua/uk/produkty/avtomatyzatsiya-promyslovosti/promyslova-komunikatsiya/profibus.html>

## 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. Студенти залучаються до створення мікропроцесорних пристроїв та стендів в ауд. 508, 509.

## 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-pidrozdili/navch-nauk-tsentr-nezalezhnoho-otsiniuvannia-znan>  
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-dobrochesnisti>. 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/strukturi-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.

Затверджено

Проректор з науково-педагогічної та  
навчальної роботи

Валерій СОРОКА



документ підписаний КЕП  
Номер документа СИЛ №873 від [sDateTime\_SignWriteAgree\_Last]  
Підписувач Сорока Валерій Степанович  
Підписувач (дані КЕП): [oSignECP.sSigner\_Sert]  
Сертифікат 58E2D9E7F900307B04000000807E2D0054327D00