



ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТІ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЇ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти *Другий (Магістр)*

Галузь знань	<i>14 Електрична інженерія¹</i>
Спеціальність	<i>141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i>
Освітня програма	<i>Енергетичний менеджмент, електропостачання та інжиніринг електротехнічних комплексів</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4.5 кредити 135 годин (36 год. лекцій, 18 год. практичних, 81 год. СРС)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен, МКР</i>
Розклад занять	<i>https://schedule.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: д.т.н., професор, Зайченко Стефан Володимирович, тел. 067-165-37-48, email: zstefv@gmail.com²</i>
Розміщення курсу	<i>https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=7340</i>

¹ В полях Галузь знань/Спеціальність/Освітня програма:

Для дисциплін професійно-практичної підготовки зазначається інформація відповідно до навчального плану. Для соціально-гуманітарних дисциплін вказується перелік галузей, спеціальностей, або «для всіх».

² Електронна пошта викладача або інші контакти для зворотного зв'язку, можливо зазначити прийомні години або години для комунікації у разі зазначення контактних телефонів. Для силабусу дисципліни, яку викладає багато викладачів (наприклад, історія, філософія тощо) можна зазначити сторінку сайту де представлено контактну інформацію викладачів для відповідних груп, факультетів, інститутів.

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Предметом вивчення дисципліни «Екологічно чисті електротехнології» є процеси складних енергетичних системи на основі відновлюваних джерел енергії з мінімізацією впливу на оточуюче середовище, а також комбіновані системи енергопостачання на основі відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії з системами акумулювання енергії у складі традиційних енергосистем.

Метою опанування дисципліни є надання здобувачам, що проходять підготовку за другим магістерським рівнем вищої освіти, достатній обсяг теоретичних знань та практичних вмінь та навичок з сучасних тенденцій та рішень з екологічно чистих технологій

Основними завданнями вивчення дисципліни є надати теоретичні знання з кількісних та якісних характеристик джерел енергії на Землі та розподілу енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії, особливостей окремих видів відновлюваної енергетики та можливостей їх комплексного використання у комбінованих енергосистемах, оцінки параметрів функціонування комбінованих енергетичних систем у складі загальної енергосистеми та їх впливу на якість енергопостачання, уміння формувати раціональні рішення та аналізувати заходи енергетичної політики в галузі нетрадиційної та відновлюваної енергетики.

В результаті вивчення дисципліни «Екологічно чисті електротехнології» студенти отримують такі **компетентності**:

ФК5 Здатність розуміти і враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні та комерційні міркування, що впливають на реалізацію технічних рішень в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

ФК13 Здатність оцінювати показники надійності та ефективності функціонування електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних об'єктів та систем.

ФК14 Здатність досліджувати та визначити проблему і ідентифікувати обмеження, включаючи ті, що пов'язані з проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

Програмні результати навчання на формування та покращення яких спрямований освітній компонент:

ПРН5. Аналізувати процеси в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні і відповідних комплексах і системах.

ПРН8. Враховувати правові та економічні аспекти наукові досліджень та інноваційної діяльності.

ПРН17. Демонструвати розуміння нормативно-правових актів, норм, правил та стандартів в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ПРН31. Застосувати методики інжинірингової діяльності в галузі створення сучасних електротехнічних комплексів та електричних мереж.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Навчальна дисципліна «Екологічно чисті електротехнології» викладається на основі знань та умінь, одержаних студентами під час вивчення таких дисциплін як «Моніторинг та діагностування електротехнічних систем та комплексів», «Системна інженерія, енерго- та ресурсозбереження в енергетиці», тощо.

Знання та уміння, одержані в процесі вивчення дисципліни «Екологічно чисті електротехнології», є необхідними для кожного фахівця даної спеціальності, які вирішують наукові завдання у сфері електротехніки та при вивченні таких дисциплін: Виконання магістерської дисертації, Науково-дослідна практика, тощо.

3. Зміст навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна «Екологічно чисті електротехнології» складається з 3 розділів:

Розділ 1. Нетрадиційні і відновлювані джерела енергії та комбіновані системи енергопостачання на їх основі, до якого ввійшли питання класифікації відновлюваних джерел енергії, основні поняття дисципліни, способи використання ВДЕ в комбінованих енергосистемах, основні переваги та недоліки, вплив на потреби в маневрових потужностях, прогнозування сонячної та вітрової енергії як засіб забезпечення надійності енергопостачання.

Розділ 2. Комплексне використання відновлюваних джерел енергії, де розглянуто методологію розрахунку відновлюваного енергетичного потенціалу, залежність від кліматичних і географічних особливостей, можливості сумісного використання різномісних ВДЕ та засобів акумулювання енергії, застосування водню в якості довгострокового акумулятора.

Розділ 3. Забезпечення ефективної роботи гібридних енергосистем, до якого ввійшли класифікація та особливості гібридних систем, комбіновані енергосистеми традиційної та відновлюваної енергетики, переваги та недоліки різних схем приєднання до мереж, обмеження та методи розрахунку досяжних рівнів впровадження ВДЕ, математичне моделювання, оптимізація комбінованих систем з використання систем акумулювання, вплив ВДЕ на стійкість енергосистеми, вітро-сонячних та вітро-дизельних електростанцій.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії / Кудря С. О. - Підручник. - Київ: Національний технічний університет України («КПІ»), 2012. -495с.
 2. Відновлювані джерела енергії / За ред. С.О. Кудрі. - Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2020. - 392 с.
 3. Альтернативні джерела енергії України: навч. посіб. / І.О.Ковальов, О.В. Ратушний. - Суми: Вид-во СумДУ, 2015. - 201 с.
 4. Лежнюк П.Д. Відновлювані джерела енергії в розподільних електричних мережах: монографія / П.Д. Лежнюк, О.А. Ковальчук, О.В. Нікіторович, В.В. Кулик - Вінниця: ВНТУ, 2014. - 204 с.
 5. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України / за ред. С.О. Кудрі. - Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАН України, 2020. - 82 с
- Додаткові:
6. Akinyele D., Belikov J., Levron Y. Battery Storage Technologies for Electrical Applications: Impact in Stand-Alone Photovoltaic Systems // *Energies*, 2017, v.10, 39 p.
 7. Bocklisch T. Hybrid energy storage systems for renewable energy applications. *Energy Procedia*, 2015. 103 p.
 8. Obukhov S., Ibrahim A., Tolba M.A., M.El-Rifaie A. Power balance management of an autonomous hybrid energy system based on the dual-energy storage // *Energies*, 2019,v.12; doi:10.3390/en12244690.

9. Кононенко А.І., Храповицький І.С., Щелкунова Л.І. Математичне програмування: Тексти лекцій - Харків, ХДТУБА, 2010. - 114 с. СОУ НЕК 341.001:2019 Вимоги до вітрових та сонячних електростанцій при їх роботі паралельно з об'єднаною енергетичною системою України. НПЦР ОЕС України, 2019.

Допоміжна література:

1. Newell R. et al. *Global Energy Outlook 2020: energy transition or energy addition //Resources for the Future.* – 2020.
2. Rekioua D. *Hybrid renewable energy systems: Optimization and power management control.* – Springer Nature, 2019.
3. Fuchs E. F., Masoum M. A. S. *Power conversion of renewable energy systems.* – Springer Science & Business Media, 2011.

Інформаційні ресурси

<https://www.library.kpi.ua/> - Науково-технічна бібліотека ім. Г.І. Денисенка

<https://sci-hub.st/> - перший в світі ресурс, який відкрив публічний і масовий доступ до десятка мільйонів наукових статей

Навчальний контент

4.Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Навчальна дисципліна охоплює 36 годин лекцій та 18 годин практичних занять, а також виконання модульної контрольної роботи (МКР), яка виконується на передостанньому практичному занятті.

Практичні заняття з дисципліни проводяться з метою закріплення теоретичних положень навчальної дисципліни і набуття студентами умінь і досвіду в питання екологічно чистих електротехнологій. Виходячи з розподілу часу на вивчення дисципліни, рекомендується дев'ять практичних занять.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
1	Вступ до дисципліни «Комплексне використання відновлюваних джерел енергії». Структура курсу. Класифікація нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії. Сучасний розвиток технологій комплексного використання нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії. Термінологія, що стосується основних понять дисципліни. літературні джерела [1, 4], дистанційний курс тема 1.1 (л. 1)
2	Використання відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії в комбінованих енергосистемах. Основні переваги та недоліки. Досяжні обсяги. літературні джерела [2, 3, 7], дистанційний курс тема 1.1 (л. 2)
3	Вплив обсягів впровадження відновлюваних джерел енергії на потреби в маневрових потужностях об'єднаної енергосистеми. літературні джерела [2, 7], дистанційний курс тема 1.2 (л. 3)
4	Засоби підвищення надійності енергопостачання з нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії. Прогнозування як засіб забезпечення надійності. літературні джерела [1, 2], дистанційний курс тема 1.2 (л. 4)
5	Особливості прогнозування сонячної та вітрової енергії. Приклади прогнозування та досяжна точність. літературні джерела [1, 2], дистанційний курс тема 1.2 (л. 5)

6	Етапи та методи побудови атласів енергетичного потенціалу. Методологія розрахунку вітрового потенціалу. Залежність ефективності використання енергії відновлюваних джерел від кліматичних і географічних особливостей територій. літературні джерела [1, 2, 6], дистанційний курс тема 2.1 (л. 6)
7	Основні характеристики та питомі енергетичні показники енергії вітру та сонячної радіації в різних кліматичних зонах світу та України. Атлас енергетичного потенціалу нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії України. літературні джерела [1, 6, 9], дистанційний курс тема 2.1 (л. 7)
8	Можливості сумісного використання вітрової та сонячної енергії. Застосування акумуляторів енергії як один із заходів підвищення надійності та стабільності енергопостачання. літературні джерела [1, 6, 7], дистанційний курс тема 2.2 (л. 8)
9	Комплексне використання різнотипних ВДЕ. Можливості поєднання в одній енергосистемі. літературні джерела [1, 2, 3], дистанційний курс тема 2.2 (л. 9)
10	Воднева енергетика, методи отримання водню із застосуванням відновлюваних джерел енергії. Оптимізація параметрів системи отримання водню. літературні джерела [1, 20], дистанційний курс тема 2.2 (л. 10).
11	Класифікація гібридних систем. Використання ВДЕ в гібридній енергосистемі. Комбіновані енергосистеми традиційної та відновлюваної енергетики. Автономні та мережеві системи. Переваги та недоліки різних схем приєднання до мережі. літературні джерела [1, 6, 8], дистанційний курс тема 3.1 (л. 11).
12	Обмеження щодо рівнів впровадження вітрових та сонячних електростанцій до об'єднаної енергосистеми. Методи розрахунку досяжних рівнів впровадження. літературні джерела [1, 8], дистанційний курс тема 3.1 (л. 12)
13	Математичне моделювання комбінованої енергосистеми на базі вітрових електростанцій. Розрахунок параметрів моделі.
14	Особливості моделювання комбінованої енергосистеми, до якої входять сонячні електростанції. літературні джерела [5, 20], дистанційний курс тема 3.2 (л. 14)
15	Оптимізація комбінованих енергосистем з мінливими відновлюваними джерелами та з використанням акумулювання енергії. літературні джерела [1, 14], дистанційний курс тема 3.2 (л. 15)
16	Системи акумулювання енергії відновлюваних джерел. Комбіновані енергетичні системи на основі відновлюваних джерел з комплексним використанням систем акумулювання енергії. літературні джерела [1, 11], дистанційний курс тема 3.3 (л. 16)
17	Фактори впливу відновлюваної енергетики на стійкість енергосистеми. Показники надійності роботи енергосистем. Індекси втрати живлення та втрати енергії. літературні джерела [4, 12, 17], дистанційний курс тема 3.3 (л. 17)
18	Моделі спільної роботи теплових та вітро-сонячних електростанцій. Вітро-дизельні, фотоелектричні електростанції. Модульна контрольна робота - аналіз результатів. літературні джерела [1, 20], дистанційний курс тема 3.3 (л. 18)

Основні завдання циклу практичних занять присвячені закріпленню знань отриманих на лекціях

№	Практичні заняття
1	Особливості використання відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії в комбінованих енергосистемах.
2	Проблеми надійності постачання енергії з відновлюваних джерел.
3	Потенціал відновлюваних джерел енергії, методи досліджень.
4	Можливості комплексного використання різнотипних джерел енергії.

5	<i>Типи гібридних енергосистем, особливості та обмеження.</i>
6	<i>Математичне моделювання та постановка задач оптимізації.</i>
7	<i>Можливості використання відновлюваної енергетики у складі енергосистем різного типу.</i>
8	<i>Модульна контрольна робота - розрахунок комплексної енергосистеми.</i>
9	<i>Огляд курсу, консультації</i>

6. Самостійна робота студента

Години відведені на самостійну роботу студента зазначені в таблиці. Методика опанування навчальної дисципліни, це підготовка до екзамену, виконання та захисту практичних, а також підготовка до модульної контрольної роботи.

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	<i>Підготовка до аудиторних занять</i>	32
2	<i>Виконання розрахункової роботи</i>	15
3	<i>Підготовка до модульної контрольної роботи</i>	4
4	<i>Підготовка до екзамену</i>	30

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Політика навчальної дисципліни «Екологічно чисті електротехнології» заснована на політиці КПІ ім. Ігоря Сікорського.

КПІ ім. Ігоря Сікорського є вільним і автономним центром освіти, що покликаний давати адекватні відповіді на виклики сучасності, плекати й оберігати духовну свободу людини, що робить її спроможною діяти згідно з власним сумлінням; її громадянську свободу, яка є основою формування суспільно відповідальної особистості, та академічну свободу і добросовісність, що є головними рушійними чинниками наукового поступу. Внутрішня атмосфера Університету будується на засадах відкритості, прозорості, гостинності, повазі до особистості.

Вивчення навчальної дисципліни «Екологічно чисті електротехнології» потребує: виконання індивідуального завдання згідно з навчальним планом; опрацювання рекомендованої основної та додаткової літератури.

Результатом підготовки до заняття має бути здобуття вмінь та навичок застосування сучасної вимірювальної техніки. Відповідь здобувача повинна демонструвати ознаки самостійності виконання поставлених завдань, відсутність ознак повторюваності та плагіату.

Присутність здобувачів вищої освіти на практичних заняттях є обов'язковою. Пропущені з поважних причин заняття мають бути відпрацьовані.

Здобувач вищої освіти повинен дотримувати навчально-академічної етики та графіка навчального процесу; бути зваженим, уважним.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

Поточний контроль: МКР (модульна контрольна робота) проводиться перед другим календарним контролем на лекційному занятті у присутності викладача (10 балів), 7 практичних занять (4 бали за практичне заняття = $7 \times 4 = 28$).

МКР виконується у вигляді відповіді на теоретичне запитання з лекційного матеріалу та одну практичну роботу. По закінченню заняття робота над МКР закінчується і не підлягає переписуванню. МКР оцінюється в 10 балів за такими критеріями:

- «відмінно» - повна відповідь на теоретичне питання (не менше 90 % потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд та вирішено правильно задачу – 9-10 балів;

- «добре» - достатньо повна відповідь на теоретичне питання (не менше 75 % потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» або містить незначні неточності, хід вирішення задачі правильний, але містить незначні неточності, здебільшого у розрахунку - 7-8 балів;

- «задовільно» - неповна відповідь на теоретичне питання (не менше 60 % потрібної інформації), виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та містить деякі помилки, у вирішенні задач простежуються значні помилки - 5-6 балів;

- «незадовільно» - незадовільна відповідь та неправильно вирішена задача - 0 балів.

Завдання в рамках практичного заняття оцінюються в 4 бали за такими критеріями:

- «відмінно» - повністю виконана робота (не менше 90 % потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд – 3,5-4 балів;

- «добре» - в роботі містяться певні неточності (не менше 75 % потрібної інформації), надані обґрунтування недостатньо повні – 2,5-7 бали;

- «задовільно» - в роботі містяться суттєві неточності (не менше 60 % потрібної інформації), робота виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та містить значні помилки - 6-5 бали;

- «незадовільно» - задача вирішена не правильно - 0 балів.

РГР оцінюється у 22 бали за такими критеріями:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд – 22 – 21 балів;

- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» або містить незначні неточності – 20- 18 балів;

- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації), виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та містить деякі помилки – 14 - 17 бали;

- «незадовільно» – незадовільна відповідь – 0 балів.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силябусу. Умовою позитивного першого та другого календарного контролів є отримання не менше 50 % максимально можливого на момент відповідного календарного контролю рейтингу.

Форма семестрового контролю – екзамен

Максимальна сума балів за роботу у семестрі складає 60. Необхідною умовою допуску до екзамену виконані завдання до практичних занять, семестровий рейтинг не менше 36 балів.

Екзамен містить дві складові: теоретичну та практичну.

Теоретична складова направлена на перевірку набутих в результаті вивчення освітнього компонента знань студентів у вигляді питань за лекційним матеріалом семестру. Максимальна кількість балів за теоретичну складову складає $2 \cdot 10$ бал = 20 балів.

Практична складова передбачає перевірку набутих студентами умінь розробляти алгоритми керування. Кожному студенту надається окрема задача, відповідно до умов якої необхідно написати алгоритм, Максимальна кількість балів за задачу складає 20 балів.

Критерії оцінювання теоретичної складової

– повна відповідь на теоретичні питання 8-10 балів

– відповідь на теоретичні питання з незначними недоліками, 5-7 балів

– відповідь на теоретичні питання з суттєвими недоліками, значні помилки у вирішенні задач 1-6 балів

незадовільна відповідь на теоретичні питання, невірне вирішення задач 0 балів

Критерії оцінювання практичної складової

–задача вирішена правильно 7-10 балів

–незначні помилки у вирішенні задач 5-7 балів

– значні помилки у вирішенні задач 1-6 балів

– незадовільна відповідь на теоретичні питання, невірне вирішення задач 0 балів

Сума стартових балів та балів за екзаменаційну контрольну роботу переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

Метод оцінювання	Кількість	Оцінка в балах
МКР	1	10
Практичні роботи	7	28
РГР	1	22
Підсумковий рейтинг		60
Екзамен		40
Підсумковий рейтинг		100

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік тем, які виносяться на семестровий контроль «Екологічно чисті електротехнології»

1. Невідновлювані та відновлювані традиційні види енергії.
2. Відновлювані нетрадиційні види енергії.
3. Валовий, технічний та економічний потенціал ВДЕ.
4. Особливості географічного розподілу ресурсів ВДЕ України.
5. Переваги та недоліки ВДЕ у порівнянні з традиційними джерелами.
6. Технічні обмеження, пов'язані з використанням ВДЕ.
7. Особливості часового розподілу потужностей ВДЕ протягом року.
8. Методи прогнозування потужності ВДЕ (вітру, сонця).
9. Часові горизонти прогнозування ВДЕ та досяжна точність прогнозу.
10. Залежність похибки прогнозування від географічної дисперсії об'єктів ВДЕ.
11. Особливості систематичних вимірів вітру як енергетичного ресурсу.
12. Шляхи вдосконалення атласу енергетичного потенціалу ВДЕ.
13. Способи компенсації змінного характеру генерації ВДЕ.
14. Використання водневої енергетики в комплексі з ВДЕ.
15. Фактори, що визначають допустиму величину ВДЕ у складі ОЕС.
16. Допустима величина вітро-сонячної генерації в умовах ОЕС України.
17. Системи акумулювання енергії ВДЕ.

18. Види локальних комплексних енергосистем з ВДЕ.
19. Регулюючі можливості ОЕС України.
20. Можливі схеми та принцип дії мережевих енергосистем з ВДЕ.
21. Первинне та вторинне регулювання потужності при впровадженні ВДЕ.
22. Можливі схеми та принцип дії автономних енергосистем з ВДЕ.
23. Моделювання поточної потужності ВДЕ випадковим процесом.
24. Головні проблеми автономних енергосистем з ВДЕ та засоби їх вирішення.
25. Економічні критерії для визначення компонентів гібридної енергосистеми.
26. Основні фактори впливу ВДЕ на стійкість енергосистеми.
27. Визначення індексу втрати живлення та втрати енергії.
28. Диспетчерські методи обмеження впливу ВЕС на роботу енергосистеми.
29. Режим роботи акумуляторних батарей в комплексній енергосистемі.
30. Режим роботи вітро дизельних та фото-дизельних енергосистем.

Методи та форми навчання включають не лише традиційні університетські лекції та семінарські заняття, а також елементи роботи в командах та групових дискусій. Застосовуються стратегії активного навчання, які визначаються такими методами та технологіями: методи проблемного навчання (дослідницький метод); особистісно-орієнтовані технології, засновані на таких формах і методах навчання як кейс-технологія і проектна технологія; візуалізація та інформаційно-комунікаційні технології, зокрема електронні презентації для лекційних занять.

Комунікація з викладачем будується за допомогою використання інформаційної системи «Електронний кампус», Google Classroom, а також такими інструментами комунікації, як електронна пошта і Telegram. Під час навчання та для взаємодії зі студентами використовуються сучасні інформаційно-комунікаційні та мережеві технології для вирішення навчальних завдань.

Здобувач вищої освіти має можливість пройти онлайн курс(и) за однією або декількома темами, передбаченими робочою програмою навчальної дисципліни. Онлайн курс здобувач може обрати самостійно або за рекомендацією викладача. 1 год прослуханого курсу оцінюється у 0,83 бали. Максимальна кількість годин, яка може бути зарахована за результатами неформальної освіти, становить 12 год, відповідно максимальна кількість балів за такі результати становить – 10 балів.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус) :

Складено д.т.н., проф., проф. кафедри автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів Зайченко С.В.

Ухвалено кафедрою автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів (протокол № 18 від 12.06.2023).

Погоджено Методичною радою інституту (протокол № 9 від 22 червня 2023 р.)