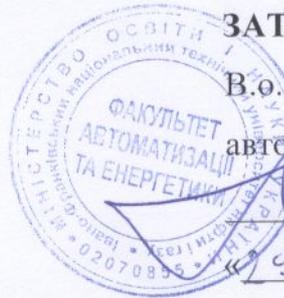


Міністерство освіти і науки України
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
Факультет автоматизації та енергетики



ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. декана факультету
автоматизації та енергетики

Мирослав МАЗУР

« 28 » 08 2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА

Фізичні та технологічні основи об'єктів відновлювальної енергетики

Освітній рівень бакалавр

Галузь знань G Інженерія, виробництво та будівництво

Спеціальність G6 Інформаційно-вимірювальні технології

Освітня програма Інформаційно-вимірювальні технології в енергетиці

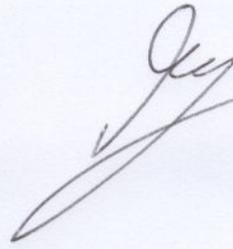
Статус дисципліни обов'язкова

Мова викладання українська

2025 р.

Розробники:

доцент кафедри
інформаційно-вимірювальних технологій
та енергетичного менеджменту
к.т.н., доцент
andrii.yavorskyi@nung.edu.ua



Андрій ЯВОРСЬКИЙ

доцент кафедри
інформаційно-вимірювальних технологій
та енергетичного менеджменту
к.т.н., доцент
iryna.vashchysyak@nung.edu.ua



Ірина ВАЩИШАК

доцент кафедри
інформаційно-вимірювальних технологій
та енергетичного менеджменту
PhD., доцент
volodymyr.chupa@nung.edu.ua

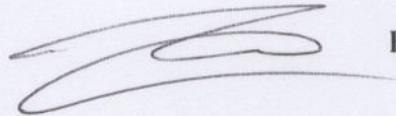


Володимир ЧУПА

Схвалено на засіданні кафедри
інформаційно-вимірювальних технологій
та енергетичного менеджменту

Протокол №1 від «28» серпня 2025 року

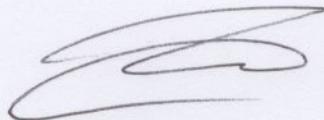
Завідувач кафедри
інформаційно-вимірювальних технологій
та енергетичного менеджменту
к.т.н., доцент



Віталій ЦИХ

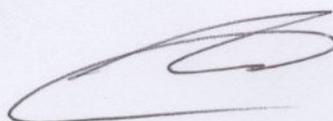
Узгоджено:

Завідувач випускової кафедри
інформаційно-вимірювальних технологій
та енергетичного менеджменту
к.т.н., доцент



Віталій ЦИХ

Гарант освітньої програми «Інформаційно-
вимірювальні технології в енергетиці»
к.т.н., доцент



Віталій ЦИХ

1 ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ ПРО НАВЧАЛЬНУ ДИСЦИПЛІНУ

<p>Мета і завдання дисципліни</p>	<p>Метою вивчення дисципліни є надання студентам комплексних знань про весь спектр відновлюваних джерел енергії, їх фізичну природу, питомі та кількісні енергетичні характеристики, розподіл енергетичного потенціалу у світі та в Україні, переваги й недоліки використання різних типів відновлюваної енергії, а також формування знань і практичних навичок щодо: розрахунків енергетичного гідропотенціалу, підбору устаткування для об'єктів малої гідроенергетики, управління процесами перетворення енергії водотоків; використання біоенергетичних ресурсів та методів отримання енергії з них, у тому числі низькопотенційних джерел; застосування сучасних технологій, обладнання та вимірювальних комплексів сонячної й вітрової енергетики — як ключових напрямів відновлюваної енергетики, що забезпечують заміщення традиційних енергоносіїв і зниження негативного впливу на довкілля, визначаючи роль цих джерел у житті людини та функціонуванні держави.</p> <p>Завданням дисципліни є формування у студентів знань і практичних навичок щодо визначення доцільності використання відновлюваних джерел енергії та вибору оптимальних варіантів їх поєднання з традиційними енергосистемами для забезпечення ефективного, надійного й екологічно безпечного енергопостачання.</p>
<p>Посилання на розміщення дисципліни на навчальній платформі</p>	<p>https://dn.nung.edu.ua/course/view.php?id=3999 M 1 https://dn.nung.edu.ua/course/view.php?id=3993 M 2 https://dn.nung.edu.ua/course/view.php?id=4165 M 3 https://dn.nung.edu.ua/course/view.php?id=4712 M 4</p>
<p>Попередні вимоги для вивчення дисципліни (пререквізити)</p>	<p>ПН.02 Фізика</p>
<p>Постреквізити</p>	<p>ПП.21 Стандартизація, сертифікація та системи управління якістю ПП.22 Виробнича практика ПП.23 Переддипломна практика ПП.20 Методи і засоби обробки даних вимірювань ПП.24 Бакалаврська робота</p>
<p>Результати навчання</p>	<p>ПРН16. Вміти враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні аспекти, вимоги охорони праці, виробничої санітарії і пожежної безпеки під час формування технічних рішень. Вміти використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.</p> <p>ПРН19. Вміння обирати методи вимірювання, проектувати, конструювати та застосовувати інформаційно-вимірювальні системи для потреб відновлюваної енергетики.</p> <p>ПРН20. Вміти використовувати принципи і методи прогнозування обсягів споживання, перетворення та зберігання енергії на об'єктах різного призначення для побудови інформаційно-вимірювальних систем.</p> <p>ПРН21. Володіти сучасними програмними засобами для забезпечення усього комплексу робіт за спеціальністю.</p> <p>ПРН22. Вміти використовувати сучасні методи та засоби</p>

	<p>комунікації інформації, її доступного представлення та пояснення з урахуванням концепції сталого розвитку та норм законодавства.</p> <p>ПРН23. Володіти комунікаційними навиками достатніми для спілкування в групі та з широкою громадськістю.</p>
Компетентності	<p>Загальні:</p> <p>ЗК01. Здатність застосовувати професійні знання й уміння у практичних ситуаціях.</p> <p>ЗК05. Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.</p> <p>ЗК07. Прагнення до збереження навколишнього середовища.</p> <p>ЗК08. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.</p> <p>ЗК13. Здатність до абстрактного та логічного мислення, аналізу та синтезу (критичне мислення).</p> <p>Фахові:</p> <p>ФК11. Здатність проектувати, конструювати інформаційно-вимірювальні системи для потреб відновлюваної енергетики.</p> <p>ФК14. Здатність формувати комплексні технічні рішення для вимірювання параметрів у енергетичних системах різного призначення.</p> <p>ФК15. Здатність до поширення та пояснення інформації щодо застосування відновлюваних джерел енергії з урахуванням екологічних, фінансових та технічних аспектів.</p>
Підсумковий контроль, форма	Екзамен, залік, залік, залік.
Перелік соціальних, «м'яких» навичок (soft skills)	комунікабельність; бажання вчитися та постійно розвиватися; здатність до критичного і логічного мислення; вміння формувати власну думку; вміння слухати

2 ПОЛІТИКА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1) щодо відвідування занять і поведінки на них

Згідно «Положення про організацію освітнього процесу в Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу» (від 03.03.2025 р., наказ № 50, <https://surl.lt/movffq>) відвідування здобувачами вищої освіти всіх аудиторних занять за чинним протягом семестру розкладом є обов'язковим. Запізнення на заняття – не допускаються. Відвідування та запізнення не мають прямого впливу на систему нарахування балів, однак у разі систематичних пропусків занять та невиконання передбачених оцінюваних активностей (тестування, практичних робіт), викладач залишає за собою право доповісти про даний випадок в дирекцію інституту.

Здобувачі вищої освіти протягом аудиторного заняття дотримуються таких правил:

- тримають вимкненими електронні засоби зв'язку;
- залишають аудиторію виключно з дозволу викладача;
- поводять себе дисципліновано та сприяють підтримці належного санітарного стану в навчальних приміщеннях.

У разі проведення заняття з використанням засобів дистанційного навчання, доступ до відеоконференції здійснюється виключно з корпоративного облікового запису електронної пошти з метою ідентифікації здобувача вищої освіти. Використання свого імені та прізвища у назві акаунта для уникнення провокацій чи зриву заняття. За технічної можливості бажаним є увімкнення камери під час заняття.

Усі види робіт слід виконувати вчасно. Всі пропущені студентом заняття з поважної або без поважної причини мають бути відпрацьовані відповідно до Положення про відпрацювання студентами навчальних занять (<http://surl.li/czszt>).

2) щодо дотримання принципів академічної доброчесності

Здобувачі освіти зобов'язані неухильно виконувати «Положення про академічну доброчесність працівників та здобувачів вищої освіти Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу» (від 02.10.2025р., наказ №283, https://drive.google.com/file/d/1g5m_eX0cl6irC-xQHdO9vIE9DNKUjvHh/view). Зокрема, самостійно виконувати аудиторні завдання, контрольні роботи, не фальсифікувати свої результати навчання; уникати списування, дотримуватися коректності в посиланнях на джерела інформації у разі запозичення відомостей, тверджень та ідей. Виявлення ознак академічної недоброчесності у письмовій роботі здобувача (списування, відсутність посилань на використані джерела, фабрикація, фальсифікація, обман) є підставою для її незарахування викладачем.

3) щодо оцінювання

За умови виконання всіх лабораторних робіт, складання одного колоквіуму за результатами лекційного курсу та підтвердження опанування на мінімальному рівні результатів навчання (за семестр отримано не менше 35 балів за шкалою ECTS) здобувач вищої освіти допускається до семестрового контролю з дисципліни. Форма семестрового контролю – диференційований залік. Порядок проведення заліково-екзаменаційної сесії регламентований наказом №213 від 17.11.2017р. (<https://docs.google.com/document/d/1k1u-E7XpKvPDKWcdyuuuvuID-CqO5HoDmbYBeyInoxQ/edit>).

Здобувач отримує позитивну семестрову оцінку, якщо рейтингова підсумкова оцінка становить не менше 60 балів. В іншому випадку передбачено перескладання заліку шляхом повторного написання колоквіумів та усного опитування в частині практичних робіт.

У разі застосування дистанційної технології навчання поточний та семестровий контролю здійснюються згідно «Положення про організацію поточного, семестрового контролю та атестацію здобувачів вищої освіти із застосуванням дистанційних технологій» від 30.12.2024р. (наказ №385, <https://surl.li/bjvyon>).

4) щодо кінцевих термінів (дедлайнів) та перескладання

Здобувачі повинні дотримуватися термінів виконання усіх видів робіт, які передбачені робочою програмою дисципліни.

Згідно з «Положенням про відпрацювання студентами навчальних занять, що передбачені чинними навчальними планами» (<http://surl.li/czsizr>) студенти мають обов'язково бути присутніми на практичних заняттях. Студент, який з поважних причин, підтверджених документально, не був присутній на практичному занятті, має право на відпрацювання пропущених занять за графіком, який доводиться до відома студентів на кафедральних дошках оголошень, сайті кафедри. Студенти, які навчаються за індивідуальним графіком, мають в повному обсязі виконати додаткові індивідуальні завдання, попередньо узгодивши їх з викладачем.

Присутність на модульному контролі теоретичних знань є обов'язковою. У випадку відсутності студента на проміжному контролі з поважної причини, підтвердженої документально, йому призначається інша дата складання модульного контролю.

Здобувачів вищої освіти, які за підсумками семестрового контролю мають академічну заборгованість допускають до її ліквідації в порядку та впродовж термінів, визначених університетом. Академічна заборгованість виникає у разі, коли здобувач освіти не допущений до семестрового контролю або під час семестрового контролю здобувач освіти отримав менше балів, ніж визначена в університеті межа незадовільного навчання (отримано оцінку «незадовільно»).

Повторне складання заліку допускають не більше, ніж два рази з кожної дисципліни: один раз науково-педагогічному працівнику, який здійснював підсумковий контроль з навчального предмета, другий – комісії у складі не менше трьох науково-педагогічних працівників, яку створюють за розпорядженням директора навчально-наукового інституту.

5) щодо визнання результатів навчання у неформальній освіті

Результати неформального навчання можуть бути визнані та перераховані як частина оцінюваних активностей, зазначених у «Положенні про визнання результатів навчання, отриманих у неформальній та інформальній освіті в ІФНТУНГ» (<https://surl.lu/mshmxxt>) у разі пред'явлення сертифікату про успішне завершення курсу (з вказаною оцінкою) та у випадку якщо теми онлайн-курсу, тренінгу, курсу відповідають навчальним елементам дисципліни. Перелік деяких відомих навчальних платформ щодо здобуття неформальної та/або інформальної освіти:

- 1) Prometheus <https://prometheus.org.ua/>
- 2) EdEra <https://www.ed-era.com>
- 3) EdX <https://www.edx.org/>
- 4) Coursera <https://www.coursera.org/>
- 5) Future Learn <https://www.futurelearn.com/>
- 6) Udacity <https://www.udacity.com/>

6) щодо оскарження результатів контрольних заходів

Здобувачі вищої освіти мають право на оскарження оцінки з дисципліни отриманої під час контрольних заходів. Апеляція здійснюється відповідно до Положення про звернення здобувачів вищої освіти з питань, пов'язаних з освітнім процесом, затвердженого наказом ректора університету № 43 від 24.02.2020 року. Ознайомитись з документом можна за покликанням <https://salو.li/D76FBd0>.



7) щодо конфліктних ситуацій

Спілкування учасників освітнього процесу (викладачі, здобувачі) відбувається на засадах партнерських стосунків, взаємопідтримки, взаємоповаги, толерантності та поваги до особистості кожного, спрямованості на здобуття істинного знання. Вирішення конфліктних ситуацій здійснюється відповідно до Положення про вирішення конфліктних ситуацій в ІФНТУНГ, затвердженого наказом ректора університету № 44 від 24.02.2020 року. Ознайомитись з документом можна за покликанням <https://salو.li/838FAb6>.



8) щодо опитування здобувачів

Після завершення курсу здобувачу надається можливість пройти опитування стосовно якості викладання дисципліни за покликанням <https://nung.edu.ua/department/yakist-osviti/04-anketuvannya>



9) щодо політики використання інструментів генеративного штучного інтелекту в навчальному процесі

Всі учасники освітнього процесу повинні дотримуватися базових принципів використання інструментів генеративного штучного інтелекту відповідно до Положення про загальні політики використання інструментів генеративного штучного інтелекту в навчальному процесі ІФНТУНГ, затвердженого наказом ректора університету від 15.03.2024 року № 82. Ознайомитись з документом можна за покликанням <https://salو.li/1E36Aae>.



3 СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

3.1 Обсяг навчальної дисципліни

Ресурс годин на вивчення дисципліни «Фізичні та технологічні основи об'єктів відновлюваної енергетики» згідно з чинним НП, розподіл за семестрами і видами навчальної роботи характеризує таблиця 1.

Таблиця 1 – Розподіл годин, виділених на вивчення дисципліни

Найменування показників	Усього	Розподіл по семестрах			
		Семестр 2	Семестр 3	Семестр 4	Семестр 5
Кількість кредитів ECTS	18	6	5	4	3
Загальний обсяг часу, год	540	180	150	120	90
Аудиторні заняття, год, у т.ч.:	250	88	72	56	40
– лекційні заняття	108	48	32	24	16
– практичні/семінарські заняття	90	16	24	-	16
– лабораторні заняття	52	24	16	32	8
Самостійна робота, год	290	92	78	64	50
Форма семестрового контролю (екзамен, залік, захист КР, захист КП)	Екзамен, залік, залік, залік	Екзамен	Залік	Залік	Залік

3.2. Лекційні заняття

Тематичний план лекційних занять дисципліни характеризує таблиця 2.

Таблиця 2 – Тематичний план лекційних занять

Шифр	Назви модулів (М), змістових модулів (ЗМ), тем (Т) та їх зміст	Обсяг годин	Література
М1	Фізичні та технологічні основи об'єктів відновлюваної енергетики (Частина №1 Фізичні основи відновлюваних джерел енергії)	48	
ЗМ1	Загальні засади традиційної і відновлюваної енергетики	10	
Т 1.1	Загальні засади енергетики. Вступ. Структура курсу. Енергія та енергетика. Ключові поняття і визначення. Класифікація джерел енергії. Джерела надходження первинної енергії на Землю. Класифікація джерел енергії за даними Світової енергетичної ради. Класифікація нетрадиційних (альтернативних) джерел енергії згідно Міжнародного енергетичного агентства (МЕА).	4	1, 2, 4-8, 41, 42
Т 1.2	Традиційна енергетика. Електроенергетика та теплоенергетика. Традиційні технології отримання енергії. Основні характеристики електростанцій. Техніко-економічні показники електроенергетики України. Теплові електростанції. Гідроелектростанції. Атомні електростанції. Робота енергосистеми.	4	1, 2, 6
Т 1.3	Відновлювана енергетика. Відмінність між принципами використання відновлюваної і неоновлюваної енергії. Технічний і практично реалізований потенціал відновлювальних видів енергії.	2	1, 2, 8

Шифр	Назви модулів (М), змістових модулів (ЗМ), тем (Т) та їх зміст	Обсяг годин	Література
	Прогнозні перспективи розвитку відновлювальної енергетики. Сталий розвиток.		
ЗМ2	Характеристика і фізичні процеси перетворення енергії відновлювальних джерел енергії	38	
Т 2.1	Енергія Сонця. Загальна характеристика сонячної енергії. Розподіл відновлюваних джерел енергії, які пов'язані з енергією Сонця. Основні напрями використання сонячної енергії. Вимірювання сонячної енергії. Енергетичний потенціал сонячної енергії на території України. Переваги і недоліки сонячної енергетики. Пряме перетворення сонячної енергії на електричну. Будова та принцип роботи фотоелементів. Типи і конструкції фотоелементів. Фотоелектричні батареї. Фотоелектричні сонячні електростанції. Перетворення сонячної енергії на теплову. Сонячні колектори – принцип роботи, типи і конструкція. Ефективність роботи сонячних колекторів. Сонячні опалювальні установки.	8	1-4
Т 2.2	Енергія вітру. Вітер як енергоресурс вітроенергетики. Схема руху глобальних вітрів. Переваги і недоліки вітроенергетики. Енергія вітрового потоку і закон Беца. Вплив природних умов на ефективність роботи вітрових електростанцій. Вітроенергетичні установки (ВЕУ). Класифікація ВЕУ за типом вітротурбін. Будова промислової горизонтально-осьової ВЕУ. Методи регулювання вихідної потужності вітрових електростанцій. Вимоги до енергоефективного розміщення ВЕУ. Питомий енергетичний потенціал вітру на території України.	8	1, 2, 4
Т 2.3	Енергія біомаси. Загальна характеристика біомаси. Основні технологічні напрямки біоенергетики. Напрямки переробки біомаси. Пряме спалювання біоресурсів. Піроліз біомаси (суха перегонка). Анаеробна біотехнологія і Біогаз. Біодизель та біоетанол. Біогаз з продуктів очистки стічних вод та відходів сміттєзвалищ.	6	1, 2, 4
Т 2.4	Мала гідроенергетика. Енергія морів і океанів. Основні принципи використання енергії води. Теоретичний ресурс гідроенергії та частка його корисного використання. Гідроенергетична установка та її основні складові. Переваги та недоліки гідроенергетики. Мала гідроенергетика. Малі ГЕС. Конструкція гідротурбін. Електрогенератори. Класифікація видів енергії морів та океанів. Припливна електростанція.	6	1, 2, 4
Т 2.5	Геотермальна енергія. Типи ресурсів геотермальної енергії. Шляхи використання геотермальної енергії. Геотермальна електроенергетика. ГеоТЕС. Шляхи виробництва електроенергії на ГеоТЕС. Принципова схема геотермальної електростанції. Стимувальні проблеми геотермальної енергетики.	2	1, 2, 4
Т 2.6	Енергія низькопотенціальної теплоти ґрунту та ґрунтових вод. Стан, потенціал і перспективи розвитку теплонасосної техніки. Принцип дії теплового насоса. Теплові насоси, що використовують тепло, нагромаджені в зовнішньому повітрі. Теплові насоси, які використовують тепло, накопичене в озерній воді. Теплові насоси, що використовують тепло стічних вод. Теплові насоси, які використовують тепло вентиляційного повітря. Теплові насоси, що використовують тепло поверхневих шарів землі. Переваги теплових насосів.	4	1, 2, 4

Шифр	Назви модулів (М), змістових модулів (ЗМ), тем (Т) та їх зміст	Обсяг годин	Література
Т 2.7	Акумулявання та передача енергії з відновлювальних джерел на відстань Значення процесів акумулявання та передачі енергії. Воднева енергетика. Системи генерації і акумулявання водню. Паливні елементи. Акумулявання електроенергії. Акумулявання тепла. Механічне акумулявання. Передача енергії на відстань.	4	1, 2, 4, 5
М 2	Гідроенергетика	32	
ЗМ3	Фізичні основи гідроенергетики	8	
Т 3.1	Мала гідроенергетика і сталий розвиток. Мала гідроенергетика України. Структура курсу. Цілі сталого розвитку і відновлювана енергетика. Гідроенергетика. Чому розвиток гідроенергетики необхідний суспільству. Переваги малої гідроенергетики. Сучасні тенденції розвитку світової малої енергетики. Гідроенергетичний потенціал України. Мала гідроенергетика України. Перспективні напрямки розвитку малої гідроенергетики в Україні.	4	1, 4, 6, 7
Т 3.2	Гідрологічні основи гідроенергетики. Гідрологія і гідрометрія. Гідрометеорологічні станції та пости. Основні види гідрометричних робіт. Основні параметри річкового стоку. Озера і водосховища. Природа водної енергії. Методи визначення витрати та напору води. Методика визначення гідроенергетичного потенціалу Карпатського регіону.	4	1, 4, 6, 35, 36
ЗМ4	Технологічні основи гідроенергетики	24	
Т 4.1	Технологічні особливості будівництва і експлуатації малих гідроелектростанцій. Принцип роботи ГЕС, її потужність і виробіток енергії. Класифікація МГЕС. Руслові МГЕС, пригреблеві МГЕС, заплавні МГЕС. Водосховища. Вимоги до режиму роботи гідроенергетичних об'єктів і їх водосховищ. Гідроакумулючі ГЕС. Дериваційні МГЕС (руслові і пригреблеві).	4	1, 4, 6
Т 4.2	Характеристика основного обладнання малих ГЕС. Частина 1. Складові елементи об'єктів малої гідроенергетики. Конструкція гідротурбін. Активні і реактивні гідротурбіни. Кавітація. Гідротурбіни Френсіса, Каплана, Пельтона, Тюрго, Осбергера. Хронологічна еволюція гідротурбінних технологій. Електрогенератори. Будова і принцип дії електрогенераторів.	6	1, 4, 6, 7
Т 4.3	Характеристика основного обладнання малих ГЕС. Частина 2. Регулятори гідротурбін. Способи передачі обертового моменту гідротурбіни до генератора. Склад електрообладнання МГЕС. Автоматизація технологічних процесів і диспетчерське управління МГЕС.	6	1, 4, 6, 7
Т 4.4	Гравітаційно-коловоротні ГЕС. МініГЕС. ПікоГЕС. МікроГЕС з черв'ячною турбіною. Малі ГЕС з черв'ячною турбіною. Порівняння ефективності роботи турбін. Гравітаційно-коловоротна мала ГЕС. Мікро ГЕС. Піко ГЕС	4	1, 5, 7, 19, 20
Т 4.5	Вплив малих ГЕС на довкілля. Можливі негативні наслідки будівництва малих ГЕС на річках України. Коливання рівня води на зарегульованих та незарегульованих річках протягом року. Вплив малих ГЕС на флору і фауну. Основні заходи щодо зменшення негативного впливу малих ГЕС на довкілля.	4	1, 5, 7

Шифр	Назви модулів (М), змістових модулів (ЗМ), тем (Т) та їх зміст	Обсяг годин	Література
	Рибопропускні та рибозахисні споруди (fish-friendly обладнання МГЕС). Проектування, будівництво, пуск і експлуатація МГЕС.		
М 3	Біоенергетика та низькопотенційні джерела енергії	24	
ЗМ5	Біоенергетика	14	
Т 5.1	Поняття біомаси. Кількість утворюваної з біомаси енергії. Енергетичний потенціал біомаси в Україні. Державні ініціативи та науково-технічні програми для розвитку біоенергетики в Україні. Електростанції, що працюють на біомасі.	4	9-13, 33, 34, 40
Т 5.2	Деревина як біопаливо. Енергетичні культури. Газифікація біомаси. Котли для спалювання деревини. Будова котла для спалювання деревини. Котли малої потужності. Котли великої потужності. Будова котлів згазовування деревини. Комини з водяним контуром.	4	9-13, 33, 34, 40
Т 5.3	Солома як біопаливо. Конструкція котлів для спалювання соломи. Соломоспалюванні котли малої і великої потужності. Пелетування соломи. Обладнання для виготовлення брикетів з соломи.	2	9-13, 33, 34, 40
Т 5.4	Біогаз. Можливості отримання і використання біогазу. Сільськогосподарські біогазові установки. Біогаз з продуктів очистки стічних вод. Біогаз з відходів сміттєзвалищ. Когенераційні агрегати, одночасне виробництво електроенергії і тепла на основі біогазового палива. Збагачення і очистка біогазу.	2	9-13, 33, 34, 40
Т 5.5	Біодизель. Енергетичний потенціал біодизелю. Технології і обладнання отримання біодизелю. Структура собівартості виробництва біодизельного палива.	2	9-13, 33, 34, 40
ЗМ6	Низькопотенційні джерела енергії	10	
Т 6.1	Теплові насоси. Геотермальні теплові насоси. Енергетичний потенціал ґрунту та ґрунтових вод в Україні.	4	9-13, 33, 34, 40
Т 6.2	Конструкція та принцип дії теплових насосів. Загальні умови інсталяції теплових насосів. Сумісна робота теплових насосів з іншими джерелами енергії (газовим або мазутним котлом, комином, геліосистемою).	2	9-13, 33, 34, 40
Т 6.3	Вибір теплового насосу для системи опалення. Визначення загальної потреби будівлі у тепловій енергії. Моновалентна і бівалентна система опалення з тепловим насосом. Теплові насоси ґрунт-вода (горизонтальні і вертикальні ґрунтові колектори). Теплова енергія ґрунтових вод. Теплові насоси повітря-вода, використання теплоти вентиляційного повітря. Економічні аспекти застосування теплових насосів порівняно з іншими нагрівальними установками.	4	9-13, 33, 34, 40
М4	Сонячна та вітрова енергетика	16	
ЗМ7	Сонячна енергетика	8	
Т 7.1	Загальна характеристика сонячної енергетики. Ключові поняття і визначення. Класифікація джерел енергії за даними Світової енергетичної ради і роль сонячної енергетики. Стан, тренди і перспективи розвитку сонячної енергетики в світі.	1	4, 5, 14, 15
Т 7.2	Загальна характеристика сонячної енергії. Розподіл відновлюваних джерел енергії, які пов'язані з енергією Сонця. Основні напрями використання сонячної енергії. Вимірювання енергії сонячного	1	4, 5, 14, 15, 47, 49

Шифр	Назви модулів (М), змістових модулів (ЗМ), тем (Т) та їх зміст	Обсяг годин	Літера-тура
	випромінювання. Енергетичний потенціал сонячної енергії на території України.		
Т 7.3	Фотоенергетика (Частина 1). Фотоелектричні елементи і модулі. Основні характеристики фотоелектричних модулів. Особливості поєднання і встановлення фотоелектричних модулів.	2	5, 8, 15, 21-25
Т 7.4	Фотоенергетика (Частина 2). Типові схеми побудови фотоелектричних станцій (мережеві, автономні, гібридні). Net metering і Net billing. Застосування фотоелектричних станцій (компенсація власного споживання, автономне освітлення, системи заряджання електромобілів, гаряче водопостачання, агровольтаїка).	2	5, 8, 15, 21-25
Т 7.5	Сонячна теплоенергетика. Теплові сонячні колектори. Сонячні колектори плоского типу. Вакуумні сонячні колектори. Застосування сонячної енергії в системах гарячого водопостачання та опалення. Конструкція геліоколекторних установок. Повітряні геліоколектори.	2	5, 14, 1
ЗМ8	Вітрова енергетика	8	
Т 8.1	Загальна характеристика вітрової енергетики. Розвиток вітроенергетики в світі. Вітроенергетика в Україні. Вітроенергетичний потенціал. Інформаційно-вимірювальні системи збору метео даних для визначення вітроенергетичного потенціалу. Global Wind Atlas.	1	4, 5, 2, 16, 48, 26
Т 8.2	Загальна характеристика вітрової енергії. Перетворення енергії вітру на вітроколесі. Ефективність використання вітроколесом енергії вітру. Способи передачі вітрової потужності споживачу. Призначення і класифікація вітроенергетичних установок.	1	5, 2, 16
Т 8.3	Конструкція вітроустановок. Класи ВЕУ та їх структурні схеми. ВЕУ з горизонтальною і вертикальною віссю обертання. Полівітроподвигунні установки. Генерування електроенергії у вітроелектричних установках.	2	5, 2, 16
Т 8.4	Управління і регулювання параметрів вітроенергетичних установок. Інформаційно-вимірювальні системи ВЕУ. Орієнтація ВЕУ на напрям вітрового потоку. Способи регулювання потужності ВЕУ.	2	5, 2, 16
Т 8.5	Режими роботи та схеми з'єднань вітроелектричних установок. Робота ВЕУ на автономне навантаження і енергосистему. Основні схеми включення ВЕУ.	2	5, 2, 16

3.3. Практичні (семінарські) заняття

Теми практичних занять дисципліни наведено у таблиці 3.

Таблиця 3 – Теми практичних (семінарських) занять

Шифр	Назви модулів (М), змістових модулів (ЗМ), тем практичних робіт (П) та їх зміст	Обсяг годин	Літера-тура
М 1	Фізичні та технологічні основи об'єктів відновлюваної енергетики	16	
ЗМ1	Загальні засади традиційної і відновлюваної енергетики	8	

Шифр	Назви модулів (М), змістових модулів (ЗМ), тем практичних робіт (П) та їх зміст	Обсяг годин	Літера-тура
П 1.1	Розрахунок сонячної енергії, яка надходить на земну поверхню. Розрахунок ефективності використання енергії сонячного випромінювання.	4	1, 3
П 1.2	Розрахунок енергії вітрового потоку та базових параметрів вітроенергетичної установки.	2	1, 3
П 1.3	Розрахунок енергії водяного потоку та базових параметрів гідротурбін малих ГЕС.	2	1, 3
ЗМ2	Характеристика і фізичні процеси перетворення енергії відновлювальних джерел енергії	8	
П 2.1	Розрахунок енергетичних характеристик біопалива.	4	1, 3
П 2.2	Розрахунок базових параметрів геотермального тепlopостачання	2	1, 3
П 2.3	Підсумкове заняття. Доповнення та здача виконаних практичних робіт	2	
М 2	Гідроенергетика	24	
ЗМ3	Фізичні основи гідроенергетики	6	
П 3.1	Дослідження природніх умов району гідровузла малої ГЕС (фізико-географічні особливості, кліматичні характеристики)	2	31, 44-46
П 3.2	Побудови гідрографу річки та визначення водних режимів стоку	2	31, 44-46
П 3.3	Визначення кількості енергії води методом «лінійного обліку» та розрахунок гідроенергетичного потенціалу річки	2	31, 44-46
ЗМ4	Технологічні основи гідроенергетики	18	
П 4.1	Проектування та дослідження роботи дереваційних міні-ГЕС	4	31, 45
П 4.2	Побудова енергетичної моделі міні-ГЕС в програмному забезпеченні RETScreen	4	31, 45
П 4.3	Проектування та дослідження гравітаційно-коловоротних міні-ГЕС	4	19, 31
П 4.4	Визначення гідроенергетичного ресурсу методом інтерполяції. Розрахунок гідроенергетичного ресурсу методом аналогії. Невизначеність гідроенергетичного ресурсу	4	6, 35, 36
П 4.5	Підсумкове заняття. Доповнення та здача виконаних практичних робіт	2	
М 4	Сонячна та вітрова енергетика	16	
ЗМ7	Сонячна енергетика	8	
П 7.1	Розрахунок сумарного сонячного потенціалу для визначення ефективності об'єктів сонячної енергетики	2	27, 47
П 7.2	Розрахунок енергетичної ефективності сонячних колекторів	2	27, 47
П 7.3	Розрахунок системи електрозабезпечення об'єкта на базі фотоелектричних перетворювачів	2	27
П 7.4	Розрахунок енергетичної ефективності сонячної електростанції з використанням програмного пакету RETScreen. Техніко-економічний аналіз	2	27, 45
ЗМ 8	Вітрова енергетика	8	
П 8.1	Розрахунок основних параметрів вітроенергетичної установки	2	27, 48
П 8.2	Розрахунок енергетичної ефективності вітроенергетичних установок. Техніко-економічний аналіз	4	27, 48
П 8.3	Підсумкове заняття. Доповнення та здача виконаних практичних робіт	2	

3.4. Лабораторні заняття

Теми лабораторних занять дисципліни наведено у таблиці 4.

Таблиця 4 – Тематика лабораторних занять

Шифр	Назви модулів (М), змістових модулів (ЗМ), тем лабораторних робіт (Л) та їх зміст	Обсяг годин	Література
М 1	Фізичні та технологічні основи об'єктів відновлюваної енергетики	24	
ЗМ1	Загальні засади традиційної і відновлюваної енергетики	12	
Л 1.1	Вступне заняття. Видача завдань до лабораторних занять на семестр. Ознайомлення з навчальним планом лабораторних робіт на семестр. Ознайомлення з навчальною лабораторією та лабораторним обладнанням.	2	29
Л 1.2	Дослідження роботи і розрахунок ефективності фотоелектричних батарей.	4	1, 29
Л 1.3	Дослідження роботи розрахунок ефективності вітроенергетичної установки.	6	1, 29
ЗМ2	Характеристика і фізичні процеси перетворення енергії відновлювальних джерел енергії	12	
Л 2.1	Дослідження роботи і розрахунок ефективності теплового насоса з електричним приводом	4	1, 29
Л 2.2	Дослідження роботи термоелектричного силового перетворювача	2	1, 29
Л 2.3	Дослідження роботи і розрахунок ефективності сонячного колектора.	4	1, 29
Л 2.4	Підсумкове заняття. Доповнення та здача протоколів виконаних лабораторних робіт	2	
М 2	Гідроенергетика	16	
ЗМ3	Фізичні основи гідроенергетики	16	
Л 3.1	Вступне заняття. Техніка безпеки та охорона праці при роботі в лабораторії	2	31
Л 3.2	Вивчення складових гідроенергетичного обладнання	2	30, 31
Л 3.3	Дослідження потужності і швидкості потоку в залежності від різниці рівнів води та від площі поперечного перерізу потоку: №1 Дослідження залежностей потужності та швидкості потоку від різниці рівнів води №2 Дослідження залежностей потужності та швидкості потоку при різних площах поперечного перерізу потоку	4	30, 31
Л 3.4	Дослідження роботи різних типів гідротурбін з різними споживачами: №1 Дослідження продуктивності різних типів турбін при роботі з різноманітними імітаторами споживачів №2 Дослідження залежності потужності різних типів турбін при роботі з резистивним навантаженням	6	30, 31
Л 3.5	Підсумкове заняття. Доповнення та здача протоколів виконаних лабораторних робіт	2	
М 3	Біоенергетика та низькопотенційні джерела енергії	32	
ЗМ5	Біоенергетика	10	
Л 5.1	Вступне заняття. Техніка безпеки та охорона праці при роботі в лабораторії. Інструктаж по роботі з приладом ІКА 1С	4	9, 10, 32

Шифр	Назви модулів (М), змістових модулів (ЗМ), тем лабораторних робіт (Л) та їх зміст	Обсяг годин	Література
Л 5.2	Дослідження процесу анаеробного розкладання для отримання водню та метану	4	9, 10, 32
Л 5.3	Дослідження роботи біогазової установки. Встановлення ефективності біогазогенератора і двигун-генераторної установки для утилізації гною	6	9, 10, 32
Л 5.4	Дослідження термічного потенціалу різноманітних сумішей твердих побутових відходів до твердопаливних пелет	6	9, 10, 32
ЗМ6	Низькопотенційні джерела енергії	12	
Л 6.1	Дослідження роботи і розрахунок ефективності теплового насосу з електричним приводом	8	9, 10, 32
Л 6.2	Підсумкове заняття. Доповнення та здача протоколів виконаних лабораторних робіт	4	9, 10, 32
М4	Сонячна та вітрова енергетика	8	
ЗМ7	Сонячна енергетика	8	
Л 7.1	Вступне заняття. Техніка безпеки та охорона праці при роботі в лабораторії	1	28
Л 7.2	Дослідження технічних характеристик фотоелектричних елементів	2	28
Л 7.3	Дослідження побудови і особливостей роботи фотоелектричних модулів	2	28
Л 7.4	Дослідження системи відстеження точки максимальної потужності (MPPT) фотоелектричних модулів	2	28
Л 7.5	Підсумкове заняття. Доповнення та здача протоколів виконаних лабораторних робіт	1	

3.5. Завдання для самостійної роботи здобувача

Види самостійної роботи в межах даного курсу наводяться у таблиці 5.

Таблиця 5 – Види самостійної роботи

Найменування видів самостійної роботи М1	Обсяг годин
Опрацювання матеріалу, викладеного на лекціях	12
Підготовка до практичних і лабораторних занять та поточних контрольних заходів	20
Підготовка індивідуальної презентації	20
Опрацювання матеріалу, винесеного на самостійне вивчення	40
Усього годин М1	92

Найменування видів самостійної роботи М2	Обсяг годин
Опрацювання матеріалу, викладеного на лекціях	16
Підготовка до практичних і лабораторних занять та поточних контрольних заходів	28
Підготовка індивідуальної презентації	12

Опрацювання матеріалу, винесеного на самостійне вивчення	22
Усього годин М2	78

Найменування видів самостійної роботи М3	Обсяг годин
Опрацювання матеріалу, викладеного на лекціях	10
Підготовка до практичних і лабораторних занять та поточних контрольних заходів	12
Підготовка індивідуальної презентації	10
Опрацювання матеріалу, винесеного на самостійне вивчення	14
Усього годин М3	46

Найменування видів самостійної роботи М4	Обсяг годин
Опрацювання матеріалу, викладеного на лекціях	20
Підготовка до практичних і лабораторних занять та поточних контрольних заходів	5
Підготовка індивідуальної презентації	5
Опрацювання матеріалу, винесеного на самостійне вивчення	20
Усього годин М4	50

Перелік матеріалу, який виноситься на самостійне вивчення, наведено у таблиці 6.

Таблиця 6 – Матеріал, що виноситься на самостійне вивчення

Шифри	Назви модулів (М), змістових модулів (ЗМ), питання, які виноситься на самостійне вивчення	Кількість годин	Література
М 1	Фізичні та технологічні основи об'єктів відновлюваної енергетики	40	
ЗМ1	Загальні засади традиційної і відновлюваної енергетики	8	
Т 1.1	Ланцюг перетворення енергії. Класифікаційна схема традиційних та альтернативних (нетрадиційних) джерел і технологій перетворення енергії.	2	1, 4, 7
Т 1.2	Паливно-енергетичний комплекс як єдина система енергопостачання. Проблеми, пов'язані з традиційною енергетикою.	2	1, 2, 6
Т 1.3	Перспективи використання альтернативних джерел енергії на період до 2040 - 2050 років.	4	1, 4
ЗМ2	Характеристика і фізичні процеси перетворення енергії відновлювальних джерел енергії	32	

Шифри	Назви модулів (М), змістових модулів (ЗМ), питання, які вносяться на самостійне вивчення	Кількість годин	Література
Т 2.1	Технологічне обладнання сонячної енергетики. Перспективи розвитку сонячної енергетики.	5	1, 4-7
Т 2.2	Технологічне обладнання вітроенергетики. Перспективи розвитку вітроенергетики.	5	1, 4-7
Т 2.3	Технологічне обладнання для виробництва і використання біогазу. Перспективи розвитку біоенергетики.	5	1, 4-7
Т 2.4	Технологічне обладнання малої гідроенергетики. Перспективи розвитку малої гідроенергетики.	5	1, 4-7
Т 2.5	Технологічне обладнання геотермальної енергетики. Перспективи розвитку геотермальної енергетики.	2	1, 4-7
Т 2.6	Вторинні енергетичні ресурси. Принципова схема використання вторинних енергетичних ресурсів.	5	1, 4-7
Т 2.7	Технологічне обладнання акумулювання та передачі енергії. Перспективи розвитку водневої енергетики.	5	1, 4
М 2	Гідроенергетика	22	
ЗМ3	Фізичні основи гідроенергетики	10	
Т 3.1	Досвід зарубіжних країн щодо розвитку малої гідроенергетики. Оцінка та види гідроенергетичних ресурсів	2	1, 17, 18
Т 3.2	Гідрометричні роботи. Гідрологічні пости і станції. Визначення мінімального стоку річки. Регулювання річного стоку	4	6, 17, 18
Т 3.3	Енергетичні характеристики водосховищ. МГЕС, ГАЕС і електроенергетична система	4	6, 17, 18
ЗМ4	Технологічні основи гідроенергетики	12	
Т 4.1	Визначення установленної потужності МГЕС. Гідроенергетичне та механічне обладнання МГЕС. Допоміжне обладнання і системи гідроагрегатів	4	6, 7, 17, 19
Т 4.2	Технічні схеми гідроелектричних станцій та основне енергетичне обладнання	4	6, 17, 18
Т 4.3	Нормативно-правові аспекти використання в Україні гідроенергетичного потенціалу	4	6, 7, 17, 18
ЗМ5	Біоенергетика	10	
Т 5.1	Енергетичний потенціал твердої біомаси та торфу в Україні	2	9-13, 33, 34, 40
Т 5.2	Технології та обладнання для спалювання твердих біопалив	2	9-13, 33, 34, 40
Т 5.3	Спалювання тюкованої соломи в топках парових та водогрійних котлів	2	9-13, 33, 34, 40
Т 5.4	Отримання та використання біогазу	2	9-13, 33, 34, 40
Т 5.5	Виробництво рідких біопалив	2	1, 6
ЗМ6	Низькопотенційні джерела енергії	8	
Т 6.1	Основна термінологія та законодавчо-нормативна база геотермальної енергетики України	2	10-14, 27, 28, 32
Т 6.2	Елементи і компоненти теплових насосів. Абсорбційні теплові насоси. Основні виробники теплових насосів.	3	9-13, 33, 34, 40

Шифри	Назви модулів (М), змістових модулів (ЗМ), питання, які вносяться на самостійне вивчення	Кількість годин	Література
Т 6.3	Схеми і режими сумісного використання теплових насосів з іншими відновлюваними джерелами енергії для потреб опалення/охолодження будівель.	3	9-13, 33, 34, 40
М 4	Сонячна та вітрова енергетика	20	
ЗМ7	Сонячна енергетика	10	
Т 7.1	Перспективи розвитку сонячної енергетики в Україні та світі	2	4, 14, 15, 42, 43
Т 7.2	Переваги і недоліки сонячної енергетики. Вплив об'єктів сонячної енергетики на довкілля	2	4, 8, 24, 25, 38
Т 7.3	Плівкові фотоелектричні модулі – конструктивні рішення і застосування.	2	4, 15
Т 7.4	Технічні засоби фотоенергетики	2	15, 38
Т 7.5	Поєднання геліоколекторів з системами накопичення теплової енергії	2	1, 4
ЗМ8	Вітрова енергетика	10	
Т 8.1	Перспективи розвитку вітрової енергетики в Україні та світі	2	4, 16, 39
Т 8.2	Екологічні аспекти вітроенергетики	2	4, 16, 39
Т 8.3	Основні конструктивні рішення і виробники в сфері вітроенергетики	2	4, 16, 39
Т 8.4	Приклади реалізації систем регулювання вихідної потужності вітрових електростанцій та оптимізації умов роботи вітрового двигуна	2	1, 4, 16
Т 8.5	Етапи реалізації проекту побудови вітрової електростанції	2	1, 4, 16

3.6. Завдання для індивідуальної роботи здобувача

В рамках оцінювання освітнього компоненту передбачена підготовка здобувачем індивідуальної презентації на тему, яку призначає викладач дисципліни або яку може обрати безпосередньо здобувач за погодженням із викладачем. Здобувач також може обирати тему із тих тем, які виносяться на самостійне вивчення.

4 НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

4.1. Основна література

1. Титко Р., Калініченко В. *Відновлювальні джерела енергії (досвід Польщі для України): навч. посіб.* Варшава–Краків–Полтава: OWG, 2012. URL: https://search.library.nung.edu.ua/DocDescription?doc_id=284869.
2. Сегеда М. С., Олійник М. Й., Лисяк В. Г., Дудурич О. Б. *Нетрадиційні та відновлювальні джерела електроенергії: навчальний посібник.* Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2019. 204 с.
3. Дудюк Д. Л., Мазепа С. С., Гнатишин Я. М. *Нетрадиційна енергетика: основи теорії та задачі.* Львів: Магнолія 2006, 2021. 188 с. URL: https://search.library.nung.edu.ua/DocDescription?doc_id=470850.

4. *Відновлювані джерела енергії: видання друге доповнене* / За заг. ред. С. О. Кудрі. Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2024. 488 с. URL: <https://www.ive.org.ua/wp-content/uploads/monograph2024.pdf>.
5. *Відновлювані джерела енергії* / За заг. ред. С. О. Кудрі. Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2020. 392 с. URL: https://www.ive.org.ua/wp-content/uploads/Monografia_final_21.12.2020.pdf.
6. Філіпович Ю. Ю. *Енергоресурси та гідрологічні основи гідроенергетики: навч. посіб.* Рівне: НУВГП, 2013. 196 с. URL: <http://surl.li/oiqrnc>.
7. Будько В. І., Васько П. Ф., Пазич С. Т. *Гідроенергетика: курс лекцій*. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 205 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/53429>.
8. Олійник М. Й., Лисяк В. Г., Дудурич О. Б. *Енергоощадність та альтернативні джерела енергії: навч. посіб.* Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2020. 184 с.

4.2. Додаткова література

9. Чупа В. М., Адаменко Я. О., Чупа К. О. *Дослідження термічного потенціалу різноманітних сумішей твердих побутових відходів до твердопаливних пелет. Ecological Safety and Balanced Use of Resources*, 2023, №2(26), с. 149–154.
10. Чупа В. М., Адаменко Я. О. *Дослідження рівня зольності та вмісту хімічних елементів в золі різних видів твердих побутових відходів та твердопаливних пелет. Ecological Safety and Balanced Use of Resources*, 2023, №1(27), с. 92–98.
11. Chupa V., Zhovtulia L. *Study of emissions into the atmosphere of pellets and solid waste. Environmental Safety and Balanced Resource Use*, 2023 (2(28)).
12. Chupa V. et al. *Statistical analysis of the productivity of phytocoenoses of energy cultures due to implementation of wastewater sediment on aluvisols of Ukraine. Journal of Ecological Engineering*, 2023, Vol. 24(9), p. 192–201.
13. Chupa V. et al. *Comparative assessment of the content of heavy metals in the ash of solid fuel pellets and different types of sorted and unsorted solid domestic waste. Ecological Engineering & Environmental Technology*, 2024, No. 25(5).
14. Форкун Я. Б., Шкурпела О. О. *Сонячна теплоенергетика: конспект лекцій*. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. 88 с.
15. Колонтаєвський Ю. П., Тугай Д. В., Котелевець С. В. *Фотоенергетика: навч. посібник*. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. 160 с.
16. Півняк Г., Шкрабець Ф., Нойбергер Н., ЦиПЛенков Д. *Основи вітроенергетики*. Дніпро: НГУ, 2015. 335 с.
17. Вовчак В., Тесленко О., Самченко О. *Мала гідроенергетика України. Том І. Аналітичний огляд*. Київ, 2018. 181 с. URL: <https://energyukraine.org/wp-content/uploads/2018/05/Otchet-MGES1.pdf>.
18. Вовчак В., Тесленко О., Самченко О. *Мала гідроенергетика України. Том ІІ. Технологічні особливості малих ГЕС*. Київ, 2018. 145 с. URL: <http://energyukraine.org/wp-content/uploads/2018/05/Otchet-MGES2.pdf>.
19. Ващишак І.Р. *Проектування гравітаційно-коловоротних ГЕС для малих річок Прикарпаття. Науковий вісник НЛТУ*. 2021. № 31(2). С.93-97.
20. Ващишак І.Р. *Використання турбін Тесла в системах освітлення багатоповерхових житлових будинків. SWorld & D.A. Tsenov Academy of Economics, Svishtov, Bulgaria*. 2023. № 22(1). С.26-32.
21. Ващишак І.Р., Ващишак С.П. *Агрофотовольтаїчна сонячна станція з вимірювальними каналами ІоТ. Науковий вісник НЛТУ*. 2020. № 30(2). С.129-134.
22. Ващишак І.Р., Цих В.С. *Підвищення енергоефективності сонячної електростанції. Нафтогазова енергетика*. 2020. №1(33)2020. с.132-143.
23. Миндюк В., Ващишак І. *Особливості проектування систем енергозабезпечення споживачів на базі фотовольтаїки. Нафтогазова енергетика*, вип. 1(43). 2025. с. 126-37.
24. Ковальов І. О., Ратушний О. В. *Альтернативні джерела енергії України: навч. посіб.* Суми: СумДУ, 2015.

25. Немикіна О. В. Поновлювальні та альтернативні джерела енергії. Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020.

4.3 Література та методичне забезпечення практичних та лабораторних робіт

26. Яворський А. В., Ващишак І. Р. Нетрадиційні енергоресурси: конспект лекцій. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2016.
27. Ващишак І. Р., Яворський А. В. Сонячна та вітрова енергетика: практикум. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2023. 57 с. URL: https://search.library.nung.edu.ua/DocDescription?doc_id=475118.
28. Яворський А. В., Сорока Н. Ю. Сонячна та вітрова енергетика. Лабораторний практикум.
29. Яворський А. В., Сорока Н. Ю. Фізичні основи відновлюваних джерел енергії. Лабораторний практикум.
30. leXsolar-Hydropower Ready-to-go. *Teacher's manual*. URL: <https://lexsolar.com/products/id-1219.html>.
31. Ващишак І. Р. *Гідроенергетика, біоенергетика та низькопотенційні джерела енергії: лабораторний практикум*. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2023. 124 с.
32. BioEnergy Ready-to-go. *Teacher's manual*. URL: <https://lexsolar.com/products/id-1710.html>.
33. *Analyzing the thermodynamic cycle of the heat pump using the Mollier diagram*. URL: https://www.ld-didactic.de/literatur/hb/e/p2/p2633_e.pdf.
34. Біоенергетика. *Біомаса як джерело енергії*. URL: <https://lektsii.org/10-27762.html>.
35. ДСТУ 7501:2014. Гідроенергетика. Гідроелектростанції малі. Терміни та визначення понять. [Чинний від 2015-01-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2018. 26 с.
36. ДСТУ 8296:2015. Енергозбереження. Гідроенергетика мала. Методика визначення ресурсів. [Чинний від 2017-07-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2018. 8 с.

4.4 Інформаційні ресурси в Інтернеті

37. Закон України *Про альтернативні джерела енергії*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15#Text>.
38. Асоціація сонячної енергетики України. URL: <https://aseu.org.ua/>.
39. Українська вітроенергетична асоціація. URL: <https://uwea.com.ua/ua/>.
40. Біоенергетична асоціація України (UABIO). URL: <https://uabio.org/>.
41. REN21 (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century). URL: <https://www.ren21.net/>.
42. International Renewable Energy Agency (IRENA). URL: <https://www.irena.org/>.
43. International Energy Agency (IEA). URL: <https://www.iea.org/>.
44. Атлас річок України. URL: <https://river.land.kiev.ua/>.
45. RETScreen. *Програмний пакет з відновлюваної енергії та енергоефективності*. URL: <https://natural-resources.canada.ca/maps-tools-and-publications/tools/modelling-tools/retscreen/7465>.
46. Google Earth. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Google_Earth.
47. Карта сонячної інсоляції України. URL: <http://www.artenergy.com.ua/novosti/karta-solnechnoi-insoliatsii-ukrainy>.
48. Global Wind Atlas. URL: <https://globalwindatlas.info/en>.
49. Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS). URL: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html.

5. ФОРМИ І МЕТОДИ НАВЧАННЯ Й ОЦІНЮВАННЯ

Форми і методи навчання й оцінювання в межах даного курсу наводяться в таблиці 7.

Таблиця 7 – Забезпечення програмних результатів навчання відповідними формами та методами

Шифр програмного результату навчання	Методи навчання (МН)	Форми і методи оцінювання (МФО)
ПРН16. Вміти враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні аспекти, вимоги охорони праці, виробничої санітарії і пожежної безпеки під час формування технічних рішень. Вміти використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя	МН 1.1 – лекція МН 1.2 – розповідь-пояснення МН 1.3 – бесіда МН 1.4 – інструктаж МН 2.4 – мультимедійні методи МН 3.3 – лабораторні роботи МН 3.4 – практичні роботи МН 18 – методи самостійної роботи вдома	МФО 3 – диференційований залік МФО 4 – поточний контроль, МФО 5 – усний контроль, МФО 7 – лабораторно-практичний контроль
ПРН19. Вміння обирати методи вимірювання, проектувати, конструювати та застосовувати інформаційно-вимірювальні системи для потреб відновлюваної енергетики	МН 1.1 – лекція МН 1.2 – розповідь-пояснення МН 1.3 – бесіда МН 2.2 – демонстрування МН 2.4 – мультимедійні методи МН 3.3 – лабораторні роботи МН 3.4 – практичні роботи МН 5 – дедуктивний МН 18 – методи самостійної роботи вдома МН 19 – робота під керівництвом викладача	МФО 3 – диференційований залік МФО 4 – поточний контроль, МФО 5 – усний контроль, МФО 6 – письмовий контроль МФО 7 – лабораторно-практичний контроль
ПРН20. Вміти використовувати принципи і методи прогнозування обсягів споживання, перетворення та зберігання енергії на об'єктах різного призначення для побудови інформаційно-вимірювальних систем.	МН 1.1 – лекція МН 1.2 – розповідь-пояснення МН 1.3 – бесіда МН 2.2 – демонстрування МН 2.4 – мультимедійні методи МН 3.3 – лабораторні роботи МН 3.4 – практичні роботи МН 5 – дедуктивний МН 18 – методи самостійної роботи вдома МН 19 – робота під керівництвом викладача	МФО 3 – диференційований залік МФО 4 – поточний контроль, МФО 5 – усний контроль, МФО 6 – письмовий контроль МФО 7 – лабораторно-практичний контроль

Шифр програмного результату навчання	Методи навчання (МН)	Форми і методи оцінювання (МФО)
ПРН21. Володіти сучасними програмними засобами для забезпечення усього комплексу робіт за спеціальністю	МН 1.1 – лекція МН 1.2 – розповідь-пояснення МН 1.3 – бесіда МН 2.2 – демонстрування МН 2.4 – мультимедійні методи МН 3.3 – лабораторні роботи МН 3.4 – практичні роботи МН 18 – методи самостійної роботи вдома МН 19 – робота під керівництвом викладача	МФО 3 – диференційований залік МФО 4 – поточний контроль, МФО 5 – усний контроль, МФО 6 – письмовий контроль МФО 7 – лабораторно-практичний контроль
ПРН22. Вміти використовувати сучасні методи та засоби комунікації інформації, її доступного представлення та пояснення з урахуванням концепції сталого розвитку та норм законодавства	МН 1.1 – лекція МН 1.2 – розповідь-пояснення МН 1.3 – бесіда МН 2.2 – демонстрування МН 2.4 – мультимедійні методи МН 3.3 – лабораторні роботи МН 3.4 – практичні роботи МН 5 – дедуктивний МН 18 – методи самостійної роботи вдома МН 19 – робота під керівництвом викладача МН 20.7 – бесіда-діалог	МФО 3 – диференційований залік МФО 4 – поточний контроль, МФО 5 – усний контроль, МФО 6 – письмовий контроль МФО 7 – лабораторно-практичний контроль
ПРН23. Володіти комунікаційними навиками достатніми для спілкування в групі та з широкою громадськістю.	МН 1.1 – лекція МН 1.2 – розповідь-пояснення МН 1.3 – бесіда МН 2.2 – демонстрування МН 2.4 – мультимедійні методи МН 3.3 – лабораторні роботи МН 3.4 – практичні роботи МН 5 – дедуктивний МН 18 – методи самостійної роботи вдома МН 19 – робота під керівництвом викладача МН 20.7 – бесіда-діалог	МФО 3 – диференційований залік МФО 4 – поточний контроль, МФО 5 – усний контроль, МФО 6 – письмовий контроль МФО 7 – лабораторно-практичний контроль

6. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТА СХЕМА НАРАХУВАННЯ БАЛІВ

Розподіл балів, які здобувачі освіти можуть отримати за результатами кожного виду поточного та підсумкового контролів, наведено в таблиці 8.

Таблиця 8 – Розподіл балів оцінювання

Види робіт, що контролюються	Максимальна кількість балів
Контроль засвоєння теоретичних знань модуля ЗМ1	15
Контроль засвоєння теоретичних знань модуля ЗМ2	35
Контроль практичних навиків під час виконання практичних робіт	
П 1 практична робота 1	5
П 2 практична робота 2	5
П 3 практична робота 3	5
П 4 практична робота 4	5
П 5 практична робота 5	5
П 6 практична робота 6	-
Контроль практичних навиків під час виконання лабораторних робіт	
Л 1 лабораторна робота 1	-
Л 2 лабораторна робота 2	5
Л 3 лабораторна робота 3	5
Л 4 лабораторна робота 4	5
Л 5 лабораторна робота 5	5
Л 6 лабораторна робота 6	5
Усього балів за М1	100
Контроль засвоєння теоретичних знань модуля ЗМ3	10
Контроль засвоєння теоретичних знань модуля ЗМ4	20
Виконання індивідуальної презентації	20
Контроль практичних навиків під час виконання лабораторних та практичних робіт:	
Л 1.1	5
Л 1.2	5
Л 1.3	5
П 1.1	5
П 1.2	5
П 1.3	5
П 2.1	5
П 2.2	5
П 2.3	5
П 2.4	5
Усього балів за М2	100
Контроль засвоєння теоретичних знань модуля ЗМ5	20
Контроль засвоєння теоретичних знань модуля ЗМ6	20
Виконання індивідуальної презентації	20
Контроль практичних навиків під час виконання лабораторних та практичних робіт:	
Л 1.1	10
П 1.1	10
П 1.2	10

П 2.1	10
Усього балів за М4	
Контроль засвоєння теоретичних знань модуля ЗМ7	20
Контроль засвоєння теоретичних знань модуля ЗМ8	20
Контроль практичних навиків під час виконання практичних робіт	
П 1 практична робота 1	5
П 2 практична робота 2	5
П 3 практична робота 3	5
П 4 практична робота 4	5
П 5 практична робота 5	5
П 6 практична робота 6	5
П 7 практична робота 7	5
П 8 практична робота 8	-
Контроль практичних навиків під час виконання лабораторних робіт	
Л 1 лабораторна робота 1	-
Л 2 лабораторна робота 2	5
Л 3 лабораторна робота 3	10
Л 4 лабораторна робота 4	10
Л 5 лабораторна робота 5	-
Усього балів за М4	100

Загальний бал з дисципліни визначається як середньоарифметичне значення балів, отриманих студентом за кожен із чотирьох модулів.

Для визначення ступеня оволодіння навчальним матеріалом з подальшим його оцінюванням застосовуються рівні навчальних досягнень здобувачів вищої освіти, наведені в таблиці 9.

Таблиця 9 – Рівні навчальних досягнень

Рівні навчальних досягнень	Відсоток балу за виконання завдань	Критерії оцінювання навчальних досягнень	
		Теоретична підготовка	Практична підготовка
		Здобувач вищої освіти	
Відмінний	<i>90...100</i>	вільно володіє навчальним матеріалом, висловлює свої думки, робить аргументовані висновки, рецензує відповіді інших студентів, творчо виконує індивідуальні та колективні завдання; самостійно знаходить додаткову інформацію та використовує її для реалізації поставлених перед ним завдань; вільно використовує нові інформаційні технології для поповнення власних знань	може аргументовано обрати раціональний спосіб виконання завдання й оцінити результати власної практичної діяльності; виконує завдання, не передбачені навчальною програмою; вільно використовує знання для вирішення поставлених перед ним завдань

Достатній	75...89	вільно володіє навчальним матеріалом, застосовує знання на практиці; узагальнює і систематизує навчальну інформацію, але допускає незначні недоліки у порівняннях, формулюванні висновків, застосуванні теоретичних знань на практиці	за зразком самостійно виконує практичні завдання, передбачені програмою; має стійкі навички виконання завдання
Задовільний	60...74	володіє навчальним матеріалом поверхово, фрагментарно, на рівні запам'ятовування відтворює певну частину навчального матеріалу з елементами логічних зв'язків, знає основні поняття навчального матеріалу	має елементарні, нестійкі навички виконання завдання
Незадовільний	менше 60	має фрагментарні знання (менше половини) у незначному загальному обсязі навчального матеріалу; відсутні сформовані уміння та навички; під час відповіді допускаються суттєві помилки	планує та виконує частину завдання за допомогою викладача

Результати навчання з дисципліни оцінюються за 100-бальною шкалою (від 1 до 100) з переведенням в оцінку за традиційною шкалою («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно» відповідно до шкали, наведеної в таблиці 10).

Таблиця 10 – Шкала оцінювання: національна та ECTS

Національна	Університетська (в балах)	ECTS	Визначення ECTS
Відмінно	90-100	A	Відмінно – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок
Добре	82-89	B	Дуже добре – вище середнього рівня з кількома помилками
	75-81	C	Добре – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок
Задовільно	67-74	D	Задовільно - непогано, але зі значною кількістю недоліків
	60-66	E	Достатньо – виконання задовольняє мінімальні критерії
Незадовільно	35-59	FX	Незадовільно – потрібно попрацювати перед тим, як отримати залік або скласти іспит
	0-34	F	Незадовільно – необхідна серйозна подальша робота

7. ЗАСОБИ НАВЧАННЯ

В умовах очного навчання для проведення лекційних, практичних та лабораторних занять використовується спеціалізована навчальна аудиторія згідно розкладу, із застосуванням мультимедійних засобів та спеціалізованим лабораторним обладнанням. Для

підготовки до занять потрібен доступ до бібліотеки ІФНТУНГ або її сайту; доступ до інтернет-ресурсів.

У разі дистанційного і змішаного навчання, комунікація учасників освітнього процесу налаштовується через корпоративну електронну пошту, месенджер (для вирішення організаційних та нагальних питань); навчальні заняття з дисципліни проводяться з використанням платформи *Zoom* та платформи дистанційного навчання *Moodle*. В умовах навчання з використанням дистанційних технологій необхідна наявність ноутбука, персонального комп'ютера або мобільного пристрою (телефон, планшет) з підключенням до мережі інтернет, відеокамерою і мікрофоном.

ДОДАТОК ДО РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

(щодо внесення змін упродовж навчального року)

Навчальний рік: 2025/ 2026

Форма навчання: денна

№ з/п	Розділ / пункт робочої програми	Суть внесених змін	Підстава / обґрунтування	Дата і № протоколу засідання кафедри
1	Розділ 2 Політика навчальної дисципліни	Уточнено зміст інформації щодо політики навчальної дисципліни (п.2)	У зв'язку із затвердженням нових редакцій нормативних документів університету (наказ ректора від 02.10.2025 №285)	№7 від 22.12.2025

Викладач _____ Андрій ЯВОРСЬКИЙ

Викладач _____ Ірина ВАЩИШАК

Викладач _____ Володимир ЧУПА

Завідувач кафедри: _____ Віталій ЦИХ

Гарант ОП _____ Віталій ЦИХ