



### **Альтернативні джерела енергії**

#### **Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)**

##### **Реквізити навчальної дисципліни**

<b>Рівень вищої освіти</b>	<i>Другий (магістерський)</i>
<b>Галузь знань</b>	<i>10 Природничі науки</i>
<b>Спеціальність</b>	<i>101 Екологія</i>
<b>Освітня програма</b>	<i>Екологічна безпека</i>
<b>Статус дисципліни</b>	<i>Вибіркова</i>
<b>Форма навчання</b>	<i>очна(денна)/дистанційна/змішана</i>
<b>Рік підготовки, семестр</b>	<i>1 курс, весняний семестр</i>
<b>Обсяг дисципліни</b>	<i>4кредити ЕКТС (120 годин)</i>
<b>Семестровий контроль/ контрольні заходи</b>	<i>Залік</i>
<b>Розклад занять</b>	<i>3 години на тиждень (2 години лекційних та 1 година практичних занять)</i>
<b>Мова викладання</b>	<i>Українська</i>
<b>Інформація про керівника курсу / викладачів</b>	<i>Лектор: <a href="https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/vizytky/radovenchik-vyacheslav-mikhajlovich.html">https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/vizytky/radovenchik-vyacheslav-mikhajlovich.html</a> Практичні /Семінарські: <a href="https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/vizytky/radovenchik-vyacheslav-mikhajlovich.html">https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/vizytky/radovenchik-vyacheslav-mikhajlovich.html</a></i>
<b>Розміщення курсу</b>	<i><a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4241">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4241</a></i>

##### **Програма навчальної дисципліни**

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

*Розвиток людського суспільства сьогодні важко уявити без енергії. Абсолютно всі сфери життя та діяльності кожної людини самим тісним чином пов'язані з можливістю використання достатньої кількості енергії, причому, в усіх її формах. Сьогодні ми настільки залежні від енергії, що навіть нетривале припинення її постачання сприймається як стихійне лихо та супроводжується величезними негативними соціальними, економічними, виробничими та екологічними наслідками. За останнє століття чисельність населення на планеті зросло із 1,6 до 6,5 млрд. жителів. Навіть при незмінному питомому енергоспоживанні необхідна кількість енергії зростає більше, ніж у 4 рази. Разом з тим, реальний ріст значно суттєвіший.*

*Сьогодні більшість сценаріїв подальшого розвитку людства обов'язково передбачають використання відновлювальних джерел енергії, котрі не справляють негативного впливу на довкілля. Сьогодні в світі 90 % всіх енергопотреб покривається за рахунок нафти, газу та вугілля, що супроводжується глобальними екологічними проблемами. З іншого боку, незважаючи на значні запаси цих корисних копалин, при існуючих сьогодні темпах споживання їх вистачить людству не більше, ніж на 100 ÷ 250 років, оскільки запаси органічного палива значні, але не безкінечні.*

*Ще одним фактором необхідності термінового впровадження альтернативних джерел енергії є антропогенний вплив людини на довкілля. Саме отримання та використання енергоносіїв формує основну масу глобальних екологічних проблем. В результаті спалювання величезних об'ємів органічного палива із земних надр, вміст вуглекислого газу в атмосфері*

сягнув свого максимуму за останні 800 тис. років. З іншого боку, за приблизними обрахунками фахівців, сучасний енергетичний потенціал альтернативних джерел енергії складає більше 200 млрд. т у.п. за рік, що майже у 10 разів перевищує сучасне споживання енергії людством. Таким чином, альтернативні джерела енергії при відповідному відношенні можуть повністю забезпечити потреби людства на довгі роки навіть за умови його інтенсивного розвитку.

**Предмет навчальної дисципліни «Альтернативні джерела енергії»** – реалізація технічних та технологічних підходів, що гарантують стабільне забезпечення людства достатньою кількістю екологічно чистої відновлювальної енергії.

В значній мірі вирішення проблем забезпечення людства енергією буде визначатись рівнем підготовки фахівців, які працюють у галузі охорони навколишнього середовища, включаючи установи управління екологічною безпекою держави, наукові установи та організації, підприємства.

Для успішного вирішення завдань захисту та збереження довкілля при забезпеченні потреб людства в «чистій» енергії фахівці мають вільно володіти інформацією, вміти вирішувати складні проблеми захисту навколишнього середовища від забруднення на найвищому технологічному та науковому рівні.

#### **Мета навчальної дисципліни «Альтернативні джерела енергії»**

Метою вивчення даної дисципліни є формування у магістрів комплексу знань в області сучасних технологій отримання енергії, наукових розробок в галузі підвищення ефективності використання природних енергетичних ресурсів, комплексу умінь та навиків, необхідних для впровадження у виробництво та керування сучасними та новими методами і технологіям генерації екологічно чистої енергії, створення ефективних систем енергозабезпечення у промисловості та комунальних господарствах. Відповідно до мети підготовка магістрів за даною спеціальністю вимагає формування компетентностей:

- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел **К 06**;
- обізнаність на рівні новітніх досягнень, необхідних для дослідницької та/або інноваційної діяльності у сфері екології, охорони довкілля та збалансованого природокористування **К 09**;
- здатність до організації робіт, пов'язаних з оцінкою екологічного стану, захистом довкілля та оптимізацією природокористування, в умовах неповної інформації та суперечливих вимог **К 15**;
- здатність оцінювати рівень негативного впливу природних та антропогенних факторів екологічної небезпеки на довкілля та людину **К 18**.

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни «Альтернативні джерела енергії», студенти після її засвоєння мають продемонструвати такі програмні результати навчання:

- демонструвати здатність до організації колективної діяльності з реалізації комплексних природоохоронних проектів з урахуванням наявних ресурсів та часових обмежень. **ПР 05**.
- вміти оцінювати потенційний вплив техногенних об'єктів та господарської діяльності на довкілля. **ПР 13**.
- вибрати оптимальну стратегію господарювання та/або природокористування в залежності від екологічних умов. **ПР 16**.
- знати сучасні підходи до організації екологічно чистих виробництв, реорганізації та реконструкції діючих виробництв з позицій ресурсозбереження з урахуванням життєвого циклу продукту. **ПР 21**.

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

Вивчення дисципліни «**Альтернативні джерела енергії**» базується на засадах інтеграції різноманітних знань, отриманих студентами протягом бакалаврату при вивченні дисциплін природничого та інженерно-технічного спрямування. Дисципліна «**Альтернативні джерела енергії**» є фундаментальною основою, що має забезпечити розв'язання комплексних проблеми в області захисту довкілля при отриманні енергії, раціонального використання енергетичних ресурсів та спрямована на глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та професійної практики в галузі забезпечення людства екологічно чистою енергією.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

### **Розділ 1. Енергетичні потреби людства.**

Споживання енергії людством. Сучасні та перспективні запаси органічного палива. Забезпечення енергоносіями різних країн. Споживання енергії та забезпечення власними енергоносіями України. Екологічні проблеми споживання органічного викопного палива. Загальні поняття про альтернативні джерела енергії.

### **Розділ 2. Геліоенергетика.**

Інтенсивність сонячного випромінювання. Основні параметри сонячного випромінювання. Закони розповсюдження сонячного випромінювання в різних частинах Земної кулі. Класифікація геліосистем. Фотоелектричне перетворення сонячного випромінювання. Матеріали та конструкції сонячних елементів. Структурна схема перетворення сонячного випромінювання в електроенергію. Системи сонячного тепlopостачання. Концентрування сонячного випромінювання. Основні елементи сонячних теплосистем. Інші методи перетворення сонячного випромінювання.

### **Розділ 3. Енергія вітру та можливості її використання.**

Утворення вітру. Інтенсивність вітрової енергії на території України. Принцип роботи вітродвигуна. Поняття ідеального вітряка. Класифікація вітродвигунів по принципу роботи. Момент та потужність вітряка. Структурна схема вітроенергетичної установки.

### **Розділ 4. Енергетичні ресурси океану.**

Класифікація придатних для використання енергетичних ресурсів океану. Використання енергії приливів. Будова приливних електростанцій. Оцінка потужності приливних течій. Перетворення енергії океанських хвиль. Класифікація пристроїв для перетворення енергії хвиль. Ефективність впровадження хвильових енергоустановок. Використання енергії океанських течій. Оцінка потужності найбільш відомих океанських течій. Перетворення теплової енергії океану.

### **Розділ 5. Гідроенергетичні ресурси планети.**

Основні види гідроенергетичних установок. Оцінка гідроенергії суші різних регіонів світу та України. Освоєність гідроенергетичних ресурсів. Мала гідроенергетика та її перспективи. Основні типи пристроїв для відбору енергії річок при незначних їх витратах.

### **Розділ 6. Використання геотермальної енергії.**

Тепловий режим земної кори. Методи використання теплової енергії земної кори. Підземні термальні води та їх розповсюдження. Використання геотермальної енергії для отримання теплової та електричної енергії. Принцип роботи теплового насоса. Геотермальні електростанції та системи для забезпечення населення тепловою енергією.

### **Розділ 7. Біопаливо.**

Поняття та класифікація біопалива. Використання біомаси для отримання електричної та теплової енергії. Сучасне використання біомаси та загальні об'єми її синтезу. Термічні процеси переробки біомаси. Переробка біомаси з отриманням біогазу. Сировина для отримання біогазу. Основні властивості біогазу та його підготовка. Спиртова ферментація та зброджування біомаси. Біоенергетичні установки.

### **Розділ 8. Акумулявання енергії**

Системи акумулявання енергії. Акумулявання електричної енергії. Акумулятори теплової енергії. Зберігання енергії шляхом переведення її в інший вид. Розвиток альтернативних джерел енергії. Інші альтернативні джерела, що можуть бути використані для забезпечення майбутніх енергетичних потреб людства.

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

### **4.1 Базова література**

1. Кудря С.О. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії: підручник. К.: НТУУ «КПІ». 2012. 492 с.
2. Маляренко В.А. Енергетика і навколишнє середовище. – Х.: Видавництво САГА, 2008. – 364 с.
3. Сінчук І. О. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії: Навчальний посібник / І. О. Сінчук, С. М. Бойко, К. І. Лосіна та ін. - Кременчук : Видавництво ПП Щербатих О. В., 2013. - 192 с.
4. Ковальов О. І. Альтернативні джерела енергії України : навч. посіб. / І. О. Ковальов, О. В. Ратушний. – Суми: Вид – во СумДУ, 2015. – 201 с.
5. Закон України «Про альтернативні джерела енергії». – Відомості Верховної Ради, 2003. - №24. – С. 155.

### **4.2 Допоміжна література**

6. Альтернативні джерела енергії. Енергія вітру : Навч. посіб. / С.В. Сиротюк, В.М. Боярчук, В.П. Гальчак. – Львів : "Магнолія 2006", 2018. – 182 с.
7. Енергозбереження та використання поновлюваних джерел енергії. Частина I / Уклад.: О.П. Голик, Р.В. Жесан, І.В. Волков[та ін.]. – Кропивницький : Видавець Лисенко В.Ф., 2020 – 192 с.
8. Альтернативна енергетика: [навч. посібник] /М.Д. Мельничук, В.О. Дубровін, В.Г. Мироненко, І.П. Григорюк, В.М. Поліщук, Г.А. Голуб, В.С. Таргоня, С.В. Драгнев, І.В. Свистунова, С.М. Кухарець. – К: «Аграр Медіа Груп», 2012. – 244 с.
9. Енергетика: історія, сучасність і майбутнє – [Електронний ресурс] - <http://energetika.in.ua/ua/books>.
10. Припливні електростанції: що це і як воно працює? - [Електронний ресурс] - <https://alternative-energy.com.ua/uk/priplivni-elektrostantsii%D1%97-shho-cze-i-yak-vono-praczu%D1%94>.
11. Чучуй В.П. Альтернативні джерела енергії /С.М.Умінський, С.В. Інютін. – Одеса: ТЕС, 2015. – 234 с.

### **Інформаційні ресурси в Інтернеті**

1. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України - <https://mepr.gov.ua/>
2. Промислова екологія. Спільнота фахівців-екологів - <http://www.eco.com.ua/>
3. Професійна Асоціація Екологів України (ПАЕУ) - <https://raeu.com.ua/>
4. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України - <https://saee.gov.ua/uk/ae>.
5. Про альтернативні джерела енергії - <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15#Text>

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних, цілісних, взаємозалежних знань з дисципліни «Альтернативні джерела енергії», рівень яких визначається цільовою установкою до кожної конкретної теми;
- забезпечення в процесі лекції творчої роботи студентів спільно з викладачем;
- виховання у студентів професійно-ділових якостей і розвиток у них самостійного творчого мислення;
- формування у студентів необхідного інтересу та надання напрямку для самостійної роботи;
- визначення сучасного рівня розвитку науки в галузі використання альтернативних джерел енергії, прогнозування її розвитку на найближчі роки;
- відображення методичної обробки матеріалу (виділення головних положень, висновків, рекомендацій, чітке і адекватне їх формулювання);
- використання для демонстрації наочних матеріалів, поєднання, по можливості їх з демонстрацією результатів і зразків;
- викладання матеріалів чіткою і якісною мовою з дотриманням структурно-логічних зв'язків, роз'яснення всіх нововведених термінів і понять;
- доступність для сприйняття даною аудиторією.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
1	<p><u>Енергетичні потреби людства.</u>                      Споживання енергії людством. Запаси органічного палива на планеті. Екологічні проблеми споживання викопних видів палива. Класифікація альтернативних джерел енергії.                      Література: [2.с.7-30; 3.с.9-21].                      Завдання на СРС: Загальна характеристика альтернативних джерелі [4.с.8-22; 8.с.7-19].</p>	2
2	<p><u>Геліоенергетика.</u>                      Інтенсивність сонячного випромінювання. Основні параметри сонячного випромінювання. Закони розповсюдження сонячного випромінювання в різних частинах Земної кулі.                      Література: [1.с.128-141; 2.с.152-166].                      Завдання на СРС: Будова Сонця та процеси, що зумовлюють виділення енергії [3.с.26-28; 7.с.46-58].</p>	2
3	<p><u>Геліоенергетика.</u>                      Класифікація геліосистем. Фотоелектричне перетворення сонячного випромінювання. Матеріали та конструкції сонячних елементів. Структурна схема перетворення сонячного випромінювання в електроенергію.                      Література:[ 1.с.141-162; 2.с.216-277].                      Завдання на СРС: Потенціал сонячної енергетики в Україні [4.с.144-147; 3.с.40-41].</p>	2

4	<p><u>Геліоенергетика.</u> Системи сонячного теплопостачання. Концентрування сонячного випромінювання. Основні елементи сонячних теплосистем. Інші методи перетворення сонячного випромінювання. Література: [1.с.168-198; 2.с.152-166]. Завдання на СРС: Екологічні наслідки розвитку геліоенергетики [3.с.70-73; 2.с.287-293].</p>	2
5	<p><u>Геліоенергетика.</u> Розрахунок геліосистем різних типів. Література: [7.с.80-96]. Завдання на СРС: Основні техніко-економічні показники та перспективи сонячної енергетики [1.с.162-168; 1.с.191-198].</p>	2
6	<p><u>Енергія вітру та можливості її використання.</u> Утворення вітру. Інтенсивність вітрової енергії на території України. Принцип роботи вітродвигуна. Поняття ідеального вітряка. Література: [1.с.55-87; 3.с.86-97]. Завдання на СРС: Стан та перспективи розвитку вітроенергетики в Україні [1.с.91-111; 4.с.149-152].</p>	2
7	<p><u>Енергія вітру та можливості її використання.</u> Класифікація вітродвигунів по принципу роботи. Момент та потужність вітряка. Структурна схема вітроенергетичної установки. Література: [1.с.79-90; 4.с.85-99]. Завдання на СРС: Екологічні наслідки впровадження вітроенергетичних установок [1.с.124-127; 3.с.101-104].</p>	2
8	<p><u>Енергетичні ресурси океану.</u> Класифікація придатних для використання енергетичних ресурсів океану. Використання енергії приливів. Будова приливних електростанцій. Оцінка потужності приливних течій. Література: [3.с.32-34; 4.с.80-84; 9, кн.5, ч.1, 11.с.]. Завдання на СРС: Вплив приливних електростанцій на довкілля [10].</p>	2
9	<p><u>Енергетичні ресурси океану.</u> Перетворення енергії океанських хвиль. Класифікація пристроїв для перетворення енергії хвиль. Ефективність впровадження хвильових енергоустановок. Література: [11.с.34-47; 9, кн.5, ч.1,]. Завдання на СРС: Воднева енергетика [1.с.459-471].</p>	2
10	<p><u>Енергетичні ресурси океану.</u> Використання енергії океанських течій. Оцінка потужності найбільш відомих океанських течій. Перетворення теплової енергії океану. Література: [11.с.47-51; 3. С.155-161; 9, кн.5, ч.1,]. Завдання на СРС: Методи перетворення теплової енергії океану [11.с.51-71; 3. С.161-163].</p>	2
11	<p><u>Гідроенергетичні ресурси планети.</u> Основні види гідроенергетичних установок. Оцінка гідроенергії суші різних регіонів світу та України. Освоєність гідроенергетичних ресурсів. Література: [1.с.199-206; 2.с.166-178]. Завдання на СРС: Будова гідроелектростанцій та принцип їх роботи [3.с.67-80].</p>	2
12	<p><u>Гідроенергетичні ресурси планети.</u> Мала гідроенергетика та її перспективи. Основні типи пристроїв</p>	2

	<p>для відбору енергії річок при незначних їх витратах. Література: [1.с.219-242; 2.с.398-423]. Завдання на СРС: Вплив малих гідроелектростанцій на довкілля[1.с.242-244].</p>	
13	<p><u>Використання геотермальної енергії.</u> Тепловий режим земної кори. Методи використання теплової енергії земної кори. Підземні термальні води та їх розповсюдження. Використання геотермальної енергії для отримання теплової та електричної енергії. Література: [1.с.338-351; 3.с.118-127]. Завдання на СРС: Потужності термальної енергії на території України [4.с.147-149].</p>	2
14	<p><u>Використання геотермальної енергії.</u> Принцип роботи теплового насосу. Геотермальні електростанції та системи для забезпечення населення тепловою енергією. Література: [1.с.326-391; 2.с.354-373]. Завдання на СРС: Стан та перспективи освоєння геотермальної енергії в Україні [1.с.395-412].</p>	2
15	<p><u>Біопаливо.</u> Поняття та класифікація біопалива. Використання біомаси для отримання електричної та теплової енергії. Сучасне використання біомаси та загальні об'єми її синтезу. Література: [1.с.245-260; 2.с.308-353]. Завдання на СРС: Енергетичний потенціал біомаси в Україні [1.с.264-273; 4.с.155-163].</p>	2
16	<p><u>Біопаливо.</u> Термічні процеси переробки біомаси. Переробка біомаси з отриманням біогазу. Сировина для отримання біогазу. Основні властивості біогазу та його підготовка. Література: [1.с.273-303; 8.с.79-115]. Завдання на СРС: Переробка ТПВ з отриманням біогазу [8.с.121-125, 131 - 132]</p>	2
17	<p><u>Біопаливо.</u> Спиртова ферментація та зброджування біомаси. Біоенергетичні установки. Література: [1.с.288-305; 8.с.125-128]. Завдання на СРС: Використання людством рідких біопалив [8.с.176-213].</p>	2
18	<p><u>Акумуляування енергії</u> Системи акумуляування енергії. Зберігання енергії шляхом переведу її в інший вид. Розвиток альтернативних джерел енергії. Інші альтернативні джерела, що можуть бути використані для забезпечення майбутніх енергетичних потреб людства. Література: [1. С. 443 – 459; 3.с.34-37; ]. Завдання на СРС: Вплив енергетичних об'єктів на довкілля [2.с.252-287].</p>	2
	<b>Всього</b>	<b>36</b>

### Практичні заняття

У системі професійної підготовки студентів по даній дисципліні практичні заняття займають 33 % аудиторного навантаження. Будучи доповненням до лекційного курсу, вони

закладають і формують основи кваліфікації магістра з екології, а саме захисту водою від антропогенного впливу. Зміст цих занять і методика їх проведення повинні забезпечувати розвиток творчої активності особистості. Вони розвивають наукове мислення і здатність користуватися спеціальною термінологією, дозволяють перевірити знання, Тому даний вид роботи виступає важливим засобом оперативного зворотного зв'язку. Практичні заняття повинні виконувати не тільки пізнавальну і виховну функції, але й сприяти зростанню студентів як творчих працівників в області охорони навколишнього природного середовища.

Основні завдання циклу практичних занять:

- допомогти студентам систематизувати, закріпити і поглибити знання теоретичного характеру в області сучасних альтернативних джерел енергії та технологій генерації екологічно чистої енергії;
- навчити студентів прийомам вирішення практичних завдань, сприяти оволодінню навичками вміння виконання розрахунків, графічних та інших завдань;
- навчити їх працювати з науковою та довідковою літературою і схемами;
- формувати вміння вчитися самостійно, тобто опанувати методами, способами і прийомами самонавчання, саморозвитку і самоконтролю.

№ з/п	Назва теми практичного заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
1	Геліосистеми для отримання електричної енергії. Обладнання та апарати. Література: [1.с.145-154]. Завдання на СРС – Основні алгоритми розрахунку геліосистем для генерації електричної енергії. Параметри обладнання геліосистем. Література: [https://prel.prom.ua/a282912-poryadok-rozrahunku-geliosistem.html]	2
2	Геліосистеми для отримання теплової енергії. Обладнання та апарати. Література: [1.с.168-177]. Завдання на СРС – Основні алгоритми розрахунку геліосистем для генерації теплової енергії. Параметри обладнання геліосистем. Література: [https://prel.prom.ua/a282912-poryadok-rozrahunku-geliosistem.html].	2
3	Вітроенергетичні установки. Визначення необхідної потужності системи енергозабезпечення приватного будинку. Література: [1.с.111-114]. Завдання на СРС – Способи розрахунку вітроенергетичних установок. Основні розрахункові параметри обладнання. Література: [http://tntu.org.ua/download/mv_prakroboty_vde.pdf]	2
4	Підбір основних компонентів із існуючих елементів. Узгодження всіх складових між собою в єдину систему. Література: [3.с.167-183]. Завдання на СРС – Виробники обладнання вітроенергетичних установок на території України. [Інтернет].	2
5	Розрахунок потужності приливних електростанцій. Література: [11.с.25-34]. Завдання на СРС – Зміна потужності приливних електростанцій в часі. Цикли роботи приливних електростанцій. Література: [9. кн.5, ч.1].	2



6	Розрахунок основних параметрів гідроелектростанцій різних типів. Література:[11.с.71-76]. Завдання на СРС – Вплив ГЕС на довкілля. Параметри довкілля, пов'язані із основними можливостями отримання енергії на ГЕС. Література:[3.с.163-167].	2
7	Розрахунок енергії хвильових станцій та океанських течій. Література: [11.с.34-51]. Завдання на СРС – Використання теплового насосу в структурі геотермальних електростанцій. Основні розрахункові параметри теплового насосу. Література: [2.с. 222-243; 4.с.102-111].	2
8	<u>Модульні контрольні роботи</u>	2
9	<u>Залік</u>	2
	<b>Всього</b>	<b>18</b>

## 6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів займає 55 % часу вивчення курсу, включає також підготовку до заліку. Головне завдання самостійної роботи студентів – це опанування наукових знань в області охорони довкілля, що не ввійшла перелік лекційних питань, шляхом особистого пошуку інформації, формування активного інтересу до творчого підходу у навчальній роботі. У процесі самостійної роботи в рамках кредитного модуля студент повинен навчитися глибоко аналізувати проблему генерування та постачання енергії населенню та промисловим підприємствам і, на основі розрахунків, приходити до власних обґрунтованих висновків щодо ефективності використання традиційних та альтернативних джерел.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
<i>Розділ 1. Енергетичні потреби людства.</i>		
1	Загальна характеристика альтернативних джерелі [4.с.8-22; 8.с.7-19].	3
<i>Розділ 2. Геліоенергетика.</i>		
2	Будова Сонця та процеси, що зумовлюють виділення енергії [3.с.26-28; 7.с.46-58]. Потенціал сонячної енергетики в Україні [4.с.144-147; 3.с.40-41]. Екологічні наслідки розвитку геліоенергетики [3.с.70-73; 2.с.287-293]. Основні алгоритми розрахунку геліосистем для генерації електричної енергії. Параметри обладнання геліосистем. [ <a href="https://prel.prom.ua/a282912-poryadok-rozrahunku-geliosistem.html">https://prel.prom.ua/a282912-poryadok-rozrahunku-geliosistem.html</a> ].	7
<i>Розділ 3. Енергія вітру та можливості її використання.</i>		
3	Стан та перспективи розвитку вітроенергетики в Україні [1.с.91-111; 4.с.149-152]. Екологічні наслідки впровадження вітроенергетичних установок [1.с.124-127; 3.с.101-104]. Способи розрахунку вітроенергетичних установок. Виробники обладнання вітроенергетичних установок на території України. Основні розрахункові параметри обладнання. [ <a href="http://tntu.org.ua/download/mv_prakroboty_vde.pdf">http://tntu.org.ua/download/mv_prakroboty_vde.pdf</a> ]	8
<i>Розділ 4. Енергетичні ресурси океану.</i>		
4	Вплив приливних електростанцій на довкілля [10]. Воднева енергетика[1.с.459-471]. Методи перетворення теплової енергії океану [11.с.51-71; 3. С.161-163]. Зміна потужності приливних електростанцій в часі. Цикли роботи приливних електростанцій. Література:[9. кн.5, ч.1].	6
<i>Розділ 5. Гідроенергетичні ресурси планети.</i>		

5	<i>Будова гідроелектростанцій та принцип їх роботи[3.с.67-80]. Вплив малих гідроелектростанцій на довкілля [1.с.242-244]. Вплив ГЕС на довкілля. Параметри довкілля, пов'язані із основними можливостями отримання енергії на ГЕС. [3.с.163-167].</i>	6
<i>Розділ 6. Використання геотермальної енергії.</i>		
6	<i>Потужності термальної енергії на території України [4.с.147-149]. Стан та перспективи освоєння геотермальної енергії в Україні [1.с.395-412]. Використання теплового насосу в структурі геотермальних електростанцій. Основні розрахункові параметри теплового насосу.[2.с.222-243; 4.с.102-111].</i>	6
<i>Розділ 7. Біопаливо.</i>		
7	<i>Енергетичний потенціал біомаси в Україні [1.с.264-273; 4.с.155-163]. Переробка ТПВ з отриманням біогазу [8.с.121-125, 131 - 132]. Використання людством рідких біопалив [8.с.176-213]. Енергоємність біопалива. Економічна доцільність використання біопалива.[8.с.45-63].</i>	7
<i>Розділ 8. Акумуляування енергії</i>		
8	<i>Вплив енергетичних об'єктів на довкілля [2.с.252-287].</i>	3
9	<i>Підготовка до модульних контрольних робіт</i>	4
10	<i>Виконання ДКР</i>	10
11	<i>Залік</i>	6
	<b><i>Всього годин</i></b>	<b>66</b>

### **Забезпечення програмних результатів складовими освітнього компоненту**

<i>Програмний результат</i>	<i>Лекційні заняття</i>	<i>Практичні та лабораторні заняття, індивідуальні завдання</i>
<i>Демонструвати здатність до організації колективної діяльності з реалізації комплексних природоохоронних проектів з урахуванням наявних ресурсів та часових обмежень.</i>	<i><u>Лекція 1.</u> Енергетичні потреби людства. <u>Лекція 8-10.</u> Енергетичні ресурси океану</i>	
<i>Уміти оцінювати потенційний вплив техногенних об'єктів та господарської діяльності на довкілля.</i>	<i><u>Лекція 2-5.</u> Геліоенергетика. <u>Лекція 6-7.</u> Енергія вітру та можливості її використання <u>Лекція 7.</u> Джерела і види забруднення вод океанів та морів. <u>Лекція 14.</u> Соціально-екологічний моніторинг.</i>	<i><u>Практичне заняття 1.</u> Геліосистеми для отримання електричної енергії. <u>Практичне заняття 2.</u> Геліосистеми для отримання теплової енергії. <u>Практичне заняття 3-4.</u> Вітроенергетичні установки.</i>
<i>Вибирати оптимальну стратегію господарювання та/або природокористування в залежності від екологічних умов</i>	<i><u>Лекція 11-12.</u> Гідроенергетичні ресурси планети. <u>Лекція 13-14.</u> Використання геотермальної енергії.</i>	<i><u>Практичне заняття 5.</u> Розрахунок потужності приливних електростанцій. <u>Практичне заняття 7.</u> Розрахунок енергії хвильових станцій та океанських течій.</i>
<i>Знати сучасні підходи до організації екологічно</i>	<i><u>Лекція 15-17.</u> Біопаливо <u>Лекція 18.</u> Акумуляування енергії</i>	<i><u>Практичне заняття 6.</u> Розрахунок основних</i>

<p>чистих виробництв, реорганізації та реконструкції діючих виробництв з позицій ресурсозбереження з урахуванням життєвого циклу продукту</p>		<p>параметрів гідроелектростанцій різних типів.</p>
---	--	---

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

#### Правила відвідування занять та поведінки на заняттях

Студенти зобов'язані брати активну участь в навчальному процесі, не спізнюватися на заняття та не пропускати їх без поважної причини, не заважати викладачу проводити заняття, не відволікатися на дії, що не пов'язані з навчальним процесом.

#### Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

- заохочувальні бали можуть нараховуватись викладачем виключно за виконання творчих робіт з дисципліни або додаткового проходження он-лайн профільних курсів з отриманням відповідного сертифікату:
  - <https://www.coursera.org/specializations/renewable-energy>
  - <https://www.coursera.org/learn/solar-energy-basics>;
  - <https://www.coursera.org/specializations/solar-energy>;
  - <https://www.coursera.org/learn/renewable-energy-technology-fundamentals> .

Але їхня сума не може перевищувати 10% від рейтингової шкали.

#### Політика дедлайнів та перескладань

У разі виникнення заборгованостей з навчальної дисципліни або будь-яких форс-мажорних обставин, студенти мають зв'язатися з викладачем по доступних (наданих викладачем) каналах зв'язку для розв'язання проблемних питань та узгодження алгоритму дій для відпрацювання.

#### Політика академічної доброчесності

Плагіат та інші форми недоброчесної роботи неприпустимі. До плагіату відноситься відсутність посилань при використанні друкованих та електронних матеріалів, цитат, думок інших авторів. Неприпустимі підказки та списування під час написання тестів, проведення занять; здача іспиту за іншого студента; копіювання матеріалів, захищених системою авторського права, без дозволу автора роботи.

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

#### Політика академічної поведінки і етики

Студенти мають бути толерантним, поважати думку оточуючих, заперечення формулювати в коректній формі, конструктивно підтримувати зворотний зв'язок на заняттях.

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

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

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом:

Семестр	Навчальний час		Розподіл навчальних годин				Контрольні заходи		
	Кредити	акад. год.	Лекції	Практичні	Лаб. роб.	СРС	МКР	ДКР	Семестровий контроль
2	4	120	36	18	–	66	1	1	залік

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- 1 - дві контрольні роботи (запланована за робочим планом МКР поділяється на 2 роботи тривалістю по 45 хвилин);
- 2 - роботу на практичних заняттях;
- 3 - експрес-опитування на лекційних заняттях;
- 4 – ДКР.

#### Система рейтингових (вагових) балів та критерій оцінювання

##### 1. Експрес-опитування на лекційних заняттях:

Ваговий бал –5.

Максимальна кількість балів при опитуванні на лекційних заняттях не менше 7 студентів дорівнює  $5 \times 5 = 25$  балів

Критерії оцінювання знань студентів:

Повнота та ознаки відповіді	Бали
Чітка та повна відповідь на запитання	5
У відповіді допущені окремі неточності чи помилки	4...3
У відповіді відсутні формулювання термінів, законів та формул	2...1
Відповідь не зарахована	0

##### 2. Модульний контроль ( $R_m$ )

Ваговий бал – 10. Максимальна кількість балів за всі контрольні роботи дорівнює: 10 балів  $\times$  2 роботи = 20 балів

Критерії оцінювання контрольних робіт

Бал	Повнота відповіді
9...10	«відмінно», творче розкриття одного з питань, вільне володіння матеріалом
6...8	«добре», неповне розкриття одного з питань або повна відповідь з незначними неточностями
4...5	«задовільно», Неповне розкриття питання (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки
1...3	Незадовільна робота
0	Відсутність роботи.

##### 3. Практичні роботи:

Ваговий бал – 5. Максимальна кількість балів за всі практичні роботи дорівнює: 5 балів  $\times$  7 п/р = 35 балів.

Критерії оцінювання знань студентів:

Повнота та ознаки відповіді	Бали
Чітка та своєчасне виконання та оформлення роботи	5
У відповіді допущені незначні неточності	4
У роботі допущені помилки, що спотворюють результат	3
Несвоєчасне виконання роботи, недоліки в оформленні	1-2

Невиконання практичної роботи	0
-------------------------------	---

#### 4 Домашня контрольна робота оцінюється в 20 балів за такими критеріями:

Бал	Повнота відповіді
17...20	«відмінно», творче розкриття одного з питань, вільне володіння матеріалом
13...16	«добре», неповне розкриття одного з питань або повна відповідь з незначними неточностями
10...12	«задовільно», Неповне розкриття питання (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки
1...9	Незадовільна робота
0	Відсутність роботи.

#### Розрахунок шкали (R) рейтингу:

Таким чином, рейтингова шкала з дисципліни складає:

$$R=25+20+35+20=100 \text{ балів}$$

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів «ідеальний студент» має набрати 40 балів. На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 20 балів.

За результатами навчальної роботи за 13 тижнів навчання «ідеальний студент» має набрати 90 балів. На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 45 балів.

Максимальна сума балів складає 100. Для отримання заліку з кредитного модуля «автоматом» потрібно мати рейтинг не менше 60 балів.

Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 60 балів, а також ті, хто хоче підвищити оцінку в системі ECTS, виконують залікову контрольну роботу. Завдання контрольної роботи складається з чотирьох питань різних розділів робочої програми з переліку, що наданий у методичних рекомендаціях до засвоєння кредитного модуля.

Кожне питання контрольної роботи ( $r_1, r_2, r_3, r_4$ ) оцінюється у 25 балів відповідно до системи оцінювання:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 95 % потрібної інформації) – 25 - 24 балів;
- «дуже добре», достатньо повна відповідь (не менше 85 % потрібної інформації або незначні неточності) – 23 - 20 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації або незначні неточності) – 19 - 17 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 65 % потрібної інформації та деякі помилки) – 16 - 13 балів;
- «достатньо», неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації та деякі помилки) – 13 - 10 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 9 - 0 балів.

Сума балів за кожне з чотирьох запитань контрольної роботи переводиться до залікової оцінки згідно з таблицею.

#### Рейтингова шкала з дисципліни

$R= r_1+r_2+r_3+r_4$	Університетська шкала
95...100 балів	Відмінно
85...94 балів	Дуже добре
75...84 балів	Добре

65...74 балів	Задовільно
60...64 балів	Достатньо
$R < 60$ балів	Незадовільно
Якщо $r_c < 40$ балів або не виконані інші умови допуску до заліку	Недопущений

## 9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

### Приблизний перелік питань, які виносяться на семестровий контроль

1. Опишіть запаси й динаміку споживання енергоресурсів у світі.
2. Опишіть перетворювачі енергії хвиль, що відслідковують її профіль.
3. Опишіть постачання будинків мало мінералізованою термальною водою.
4. Наведіть екологічні проблеми споживання викопних видів палива.
5. Опишіть основи перетворення енергії хвиль.
6. Поясніть схему беззливної системи геотермального теплопостачання.
7. Опишіть альтернативні джерела енергії.
8. Опишіть перетворювачі, що використовують енергію коливання водяного стовпа.
9. Поясніть геотермальне теплопостачання з використанням теплового насосу.
10. Опишіть відновлювальну енергетику в Україні – загальна характеристика.
11. Наведіть загальні відомості про використання енергії приливів.
12. Поясніть схему комплексного геотермального теплопостачання.
13. Опишіть поняття енергії вітру.
14. Опишіть потужність приливних течій та приливного підйому води.
15. Охарактеризуйте деревину в якості біопалива.
16. Опишіть типи вітрових установок..
17. Опишіть схему електростанцій на приливній течії.
18. Опишіть торф у якості біопалива.
19. Наведіть ресурси енергії вітру на території України.
20. Опишіть використання енергії океанських течій.
21. Наведіть біогаз в якості біопалива.
22. Поясніть використання вітроенергетичних установок.
23. Наведіть характеристику технічних рішень для відбору енергії океанських течій.
24. Поясніть використання побутових відходів в якості біопалива.
25. Поясніть робота поверхні при дії на неї сили вітру.
26. Опишіть конструкції перспективних турбін для відбору енергії течій океану.
27. Опишіть казани з киплячим шаром.
28. Поясніть поняття ідеального вітряка.
29. Опишіть принцип роботи об'ємного насосу.
30. Наведіть казани для спалювання мулових осадів.
31. Опишіть роботу вітрового колеса крильчатого вітродвигуна.
32. Опишіть ресурси теплової енергії океану.
33. Поясніть установки для спалювання твердих відходів.
34. Поясніть класичну теорію ідеального вітряка.
35. Опишіть схему ОТЕС, що працює по замкнутому циклу.
36. Опишіть виробництво біомаси для енергетичних цілей.
37. Поясніть втрати вітряних двигунів.
38. Опишіть схему ОТЕС, що працює по відкритому циклу.
39. Опишіть піроліз біомаси.
40. Опишіть основні недоліки вітродвигунів.
41. Поясніть використання перепаду температур океан-атмосфера.
42. Поясніть термохімічні процеси переробки біомаси.

43. Проаналізуйте економіку використання вітрових установок.
44. Поясніть схему арктичної ОТЕС на перепаді вода-повітря.
45. Наведіть методи одержання спирту.
46. Опишіть будову Сонця.
47. Поясніть пряме перетворення теплової енергії океану.
48. Опишіть використання етанолу в якості палива.
49. Опишіть інтенсивність сонячного випромінювання.
50. Поясніть тепловий режим земної кори.
51. Опишіть історію малої гідроенергетики.
52. Опишіть сонячну енергію на території України.
53. Наведіть запаси підземних термальних вод.
54. Опишіть водні та гідроенергетичні ресурси.
55. Поясніть баланс сонячної енергії.
56. Опишіть запаси та розповсюдження термальних вод.
57. Опишіть будова ГЕС.
58. Поясніть конструкції та матеріали сонячних елементів.
59. Наведіть геотермальний потенціал світу.
60. Опишіть будову гідротурбін.
61. Наведіть системи сонячного теплопостачання.
62. Опишіть геотермальний потенціал України.
63. Опишіть роботу ГЕС на енергосистему.
64. Опишіть сонячні колектори.
65. Поясніть пряме використання геотермальної енергії.
66. Поясніть переваги малої гідроенергетики.
67. Опишіть концентруючі геліоприймачі.
68. Поясніть роботу геотермальної електростанції з конденсаційною турбіною.
69. Поясніть використання побутових відходів в якості джерела енергії.
70. Опишіть сонячні абсорбери.
71. Опишіть геотермальні електростанції з бінарним циклом.
72. Поясніть склад та утворення біогазу.
73. Опишіть баланс поновлювальної енергії океану.
74. Поясніть теплопостачання будинків сильно мінералізованою термальною водою.
75. Наведіть класифікацію вітрових установок.

### **Питання до контрольних робіт**

#### **МКР 1**

##### **№1**

1. Основні фактори необхідності впровадження АДЕ.
2. Структура споживання енергії Україною.
3. Основні види АДЕ.
4. Геотермальні ресурси України.
5. Поняття бризів.
6. Класифікація вітрового потенціалу місцевостей за характером нерівностей.
7. Барабанні вітродвигуни.
8. Використання вітроустановок.
9. Робота вітрового колеса крильчатого вітродвигуна.
10. Основні недоліки вітродвигунів.

##### **№2**

1. Категорія відновлювальних та невідновлювальних джерел енергії.

2. Видобуток та споживання газу Україною.
3. Співвідношення між затраченою та накопиченою енергіями для палив.
4. Гідроенергетичні ресурси України.
5. Поняття мусонів.
6. Зміна швидкості вітру по висоті над поверхнею території.
7. Принципова схема вітроустановки.
8. Функціональний поділ вітроустановок.
9. Поняття ідеального вітряка.
10. Потенціал та фактичне використання біомаси в Україні.

### **№3**

1. Перелік нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії.
2. Видобуток та споживання нафти Україною.
3. Стратегічні цілі використання АДЕ.
4. Вітроенергетичні ресурси України.
5. Загальна циркуляція земної атмосфери.
6. Поняття швидкохідності вітродвигунів.
7. Класифікація вітроустановок по потужності.
8. Вітроустановки для виробництва механічної енергії.
9. Зміна швидкості та тиску по ходу потоку повітря через вітродвигун.
10. Ефективність використання вітру барабаними вітродвигунами.

### **№4**

1. Запаси викопних видів палива.
2. Екологічні проблеми споживання викопних видів палива (перерахувати).
3. Енергоємність ВВП України та країн світу.
4. Використання людством енергії вітру.
5. Основні зони вітрової енергії в Україні.
6. Основні класи вітродвигунів.
7. Приблизні терміни експлуатації та терміни окупності вітроустановок.
8. Вітроустановки, які працюють на електромережу.
9. Коефіцієнт використання енергії ідеального вітряка.
10. Поняття бризів.

### **№5**

1. Песимістичний прогноз існування людства при дефіциті енергоносіїв.
2. Суть "парникового ефекту".
3. Найважливіші завдання України в галузі енергозабезпечення.
4. Причини виникнення вітру.
5. Кінетична енергія вітрового потоку.
6. Крильчаті вітродвигуни.
7. Стимулювання використання енергії вітру в різних країнах.
8. Автономні вітроустановки.
9. Втрати вітродвигунів.
10. Поняття мусонів.

### **№6**



1. Оптимістичний прогноз існування людства при дефіциті енергоносіїв.
2. Основні погляди на "глобальне потепління".
3. Потенціал та фактичне використання біомаси в Україні.
4. Поняття пасатів.
5. Потужність вітрового потоку.
6. Карусельні та роторні вітродвигуни.
7. Зміна потужності та вартості електроенергії вітродвигунів за останні роки.
8. Ефективність використання вітру барабанними вітродвигунами.
9. Основні недоліки вітродвигунів.
10. Класифікація вітроустановок по потужності.

## **МКР 2**

### **№1**

1. Будова Сонця.
2. Поняття коефіцієнтів  $\rho$ ,  $\alpha$ ,  $\gamma$ .
3. Пасивна система сонячного опалення.
4. Поглинання сонячної енергії океаном.
5. Кінетична та потенційна енергія хвилі.
6. Установка інженерної лабораторії NEL.
7. Потужність океанських течій.
8. Схема ОТЕС із замкнутим циклом.
9. Гідротерми та їх класифікація.
10. Визначити кінетичну енергію одиниці ширини хвилі амплітудою 7 м.

### **№2**

1. Протон-протонний сонячний цикл.
2. Вплив атмосфери на сонячне випромінювання.
3. Концентруючі геліоприймачі.
4. Баланс енергії океану.
5. Потужність океанських хвиль.
6. Підводні пристрої відбору енергії океану.
7. Водяне колесо для відбору енергії океанських течій.
8. Схема ОТЕС із відкритим циклом.
9. Запаси та розповсюдження термальних вод у світі.
10. Визначити повну енергію хвилі при амплітуді 11 м.

### **№3**

1. Діапазон довжин сонячного випромінювання.
2. Сонячне випромінювання на території України.
3. Рідинна комбінована двоконтурна система сонячного опалення з параболічним концентратором.
4. Розподіл океанських джерел енергії.
5. "Качка Солтера".
6. Поняття приливів та їх характеристики.
7. Перспективні турбіни для відбору енергії океанських течій.
8. Схема арктичної ОТЕС на перепаді вода-повітря.
9. Запаси та розповсюдження термальних вод в Україні.

10. Визначити потужність, що переноситься в напрямку поширення хвилі з амплітудою 5 м та періодом 15 с.

#### №4

1. Поняття та значення сонячної сталої.
2. Матеріали для сонячних фотоелементів.
3. Будова плоского сонячного колектора.
4. Характерні риси поверхневих хвиль на глибокій воді.
5. Основні недоліки "качок Солтера".
6. Основні недоліки приливної енергії.
7. Принцип роботи об'ємного насосу.
8. Пряме перетворення теплової енергії океану.
9. Пряме використання геотермальної енергії.
10. Визначити потенційну енергію приливу при площі басейну  $8 \text{ км}^2$  та висоті приливу 10 м.

#### №5

1. Основні фактори впливу на інтенсивність сонячного випромінювання.
2. Активні та пасивні сонячні системи.
3. Водяна низькотемпературна система сонячного опалення з плоским колектором.
4. Поняття "хвиль на глибокій воді"
5. Пліт Кокерела.
6. Потужність та ККД приливного потоку.
7. Ресурси теплової енергії океану.
8. Поняття геотермічної сходинки.
9. Геотермальні електростанції з бінарним циклом.
10. Розрахувати потужність водного потоку, що рухається із швидкістю 33 км/год.

#### №6

1. Рівняння балансу сонячної енергії.
2. Класифікація геліосистем.
3. Система сонячного опалення із колектором та тепловим насосом.
4. Основні характеристики хвилі.
5. Пневмобуй Матсуди.
6. Схема приливної електростанції.
7. Розподіл перепадів температур в Світовому океані.
8. Зміна температури порід з глибиною.
9. Теплопостачання сильно мінералізованою термальною водою.
10. Розрахувати механічну потужність, що можна відібрати з океанської течії робочим колесом, що вільно обертається діаметром 33 м при швидкості течії 60 км/год.

### Індивідуальне завдання до виконання домашньої контрольної роботи

1. Опишіть принцип дії, варіант розрахунку та підберіть необхідне обладнання для наступних типів альтернативних джерел енергії:

### Таблиця вихідних даних для виконання домашньої контрольної роботи

<i>n</i>	Тип установки	Вид енергії	Потужність	Од. вим.
1	геліосистема	електроенергія	1,93	кВт
2	геліосистема	теплова	$9 \cdot 10^{-8}$	Гкал

3	вітрова	електроенергія	3	кВт
4	геоусатновка	теплова	$12 \cdot 10^{-9}$	Гкал
5	геліосистема	електроенергія	2,03	кВт
6	геліосистема	теплова	$4 \cdot 10^{-7}$	Гкал
7	вітрова	електроенергія	5	кВт
8	геоусатновка	теплова	$7 \cdot 10^{-8}$	Гкал
9	геліосистема	електроенергія	3,33	кВт
10	геліосистема	теплова	$3 \cdot 10^{-7}$	Гкал
11	вітрова	електроенергія	4	кВт
12	геоусатновка	теплова	$1,1 \cdot 10^{-7}$	Гкал
13	геліосистема	електроенергія	4,03	кВт
14	геліосистема	теплова	$2 \cdot 10^{-7}$	Гкал
15	вітрова	електроенергія	6	кВт
16	геоусатновка	теплова	$2 \cdot 10^{-8}$	Гкал
17	геліосистема	електроенергія	4,93	кВт
18	геліосистема	теплова	$6 \cdot 10^{-8}$	Гкал
19	вітрова	електроенергія	6	кВт
20	геоусатновка	теплова	$2 \cdot 10^{-9}$	Гкал
21	геліосистема	електроенергія	7,12	кВт
22	геліосистема	теплова	$2 \cdot 10^{-7}$	Гкал
23	вітрова	електроенергія	9	кВт
24	геоусатновка	теплова	$15 \cdot 10^{-8}$	Гкал
25	геліосистема	електроенергія	7,33	кВт

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Ухвалено:** кафедру Е та ТРП (протокол № 17 від 23.05.2024 р.)

Методичною комісією ІХФ (протокол № 11 від 28.06.2024 р.)