

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

Повна назва навчальної дисципліни	Електронні системи в геліоенергетиці
Повна офіційна назва закладу вищої освіти	Сумський державний університет
Повна назва структурного підрозділу	Факультет електроніки та інформаційних технологій. Кафедра електроніки і комп'ютерної техніки
Розробник(и)	Доброжан Олександр Анатолійович, Опанасюк Анатолій Сергійович
Рівень вищої освіти	Другий рівень вищої освіти, НРК – 7 рівень, QF-LLL – 7 рівень, FQ-EHEA – другий цикл
Тривалість вивчення навчальної дисципліни	один семестр
Обсяг навчальної дисципліни	Обсяг становить 5 кред. ЄКТС, 150 год. Для денної форми навчання 40 год. становить контактна робота з викладачем (24 год. лекцій, 16 год. лабораторних занять), 110 год. становить самостійна робота. Для заочної форми навчання 16 год. становить контактна робота з викладачем (10 год. лекцій, 6 год. лабораторних занять), 134 год. становить самостійна робота.
Мова викладання	Українська

2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі

Статус дисципліни	Обов'язкова навчальна дисципліна для освітньої програми "Електронні системи"
Передумови для вивчення дисципліни	Необхідні знання з курсів "Загальної фізики" та "Твердотільної електроніки".
Додаткові умови	Додаткові умови відсутні
Обмеження	Обмеження відсутні

3. Мета навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни є формування системи знань у області безвуглецевої ("зеленої") енергетики, геліоенергетики та методів перетворення енергії поновлювальних джерел у інші види, перш за все теплову та електричну, та здатності експлуатації приладів і пристроїв геліоенергетики у професійній діяльності та суспільному житті.

4. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1. Основні джерела поновлювальних і неповнолювальних природних ресурсів

Тема 1 Особливості сучасного етапу розвитку людської цивілізації. Класифікація поновлювальних і неповнолювальних природних ресурсів

Предмет і завдання дисципліни. Сучасний стан енергетики та перспективи її розвитку. Історія та закономірності розвитку джерел енергії. Третя та четверта індустріальні (технологічні) революції, їх особливості розвитку. Технологічні устрої та їх вплив на стан природи, розвиток суспільства, техніки і технологій. Класифікація природних ресурсів. Досягнення цілей сталого розвитку, зокрема доступної та чистої енергії.

Тема 2 Безвуглецева енергетика, геліоенергетика. Характеристики сонячного випромінювання на Землі та в космосі

Боротьба з викидами CO₂. Безвуглецева енергетика: воднева та алюмоенергетика. Сонце як основне джерело поновлювальної енергії. Потенціал сонячної енергії. Особливості спектра сонячного випромінювання. Основні поняття та визначення. Розрахунок приходу прямого сонячного випромінювання на довільно розташований приймальний майданчик. Атмосферна маса. Її розрахунок. Стандартний сонячний спектр. Розподілення сонячної енергії на поверхні Землі.

Тема 3 Основні напрями використання поновлювальних джерел енергії

Джерела поновлюваної енергії. Геліоенергетика. Сонячна теплоенергетика та електроенергетика. Сонячні енергетичні установки (СЕУ), їх класифікація. Вітроенергетика. Біоенергетика. Мала гідроенергетика. Енергія течій і хвиль. Геотермальна енергетика.

Тема 4 Використання геотермальної енергії, енергії біомаси, вітру та океанів

Вітроенергетичні установки. Запаси енергії вітру й можливості її використання. Відомості про вітровий кадастр. Розрахунок ідеального й реального вітряка. Конструкції вітроелектростанцій, розрахунок їх потужності. Найбільші вітрогенератори та вітропарки світу та України. Гідроенергетика: велика та мала. Найбільші ГЕС України. Енергетичні ресурси океанів. Використання енергії течій і хвиль. Приливоутворювальні сили Місяця й Сонця. Припливні електростанції (ПЕС). Різновиди ПЕС. Використання ПЕС у комплексі з ГЕС (ГАЕС). Геотермальна енергія, її типи. Використання теплової енергії доквілля. Теплові насоси (ТН), коефіцієнт використання палива. ТН на ефекті Пельтьє. Джерела низькопотенціальної теплоти. Енергетичні ресурси біомаси. Технології перероблення біомаси: пряме спалювання, піроліз, газифікація, ферментація. Біогазові комплекси України та світу.

Модуль 2. Геліоенергетика. Сучасні енергетичні системи та електростанції

Тема 5 Основи сонячної теплоенергетики

Класифікація теплоенергетичних систем. Конструкції сонячних колекторів. Плоский колектор. Трубчастий вакуумний колектор. Схеми опалення приміщень. Баштові сонячні електростанції (СЕС), СЕС тарілчастого типу, СЕС, що використовують параболічні концентратори, та їх енергетичні особливості. Сонячні ставки.

Тема 6 Фотоелектричне перетворення сонячної енергії Фізичні основи процесу фотоелектричного перетворення сонячної енергії. Класифікація фотоелектричних перетворювачів енергії. Сонячний елемент (СЕ) у відсутність освітлення та під освітленням. Втрати енергії у СЕ. Вольт-амперна характеристика сонячного елемента під освітленням та в темряві.
Тема 7 Smart Grids у сучасних електроенергетичних системах на основі трекерів та новітніх контролерів Поняття та основні концепції Smart Grids. Механізми, форми організації, етапи розроблення. Удосконалені інтерфейси та інтегровані комунікації. Впровадження АСУ ТП в електроенергетиці України.
Тема 8 Трекери для сонячних електростанцій. Важливість розвитку геліоенергетики для сучасної суспільства України Загальні принципи роботи трекерних установок. Типи конструкцій сонячних трекерів. Будова трекерної установки. Переваги динамічних систем для сонячних електростанцій. Важливість геліоенергетики для розвитку сучасної промисловості та суспільства України.

5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

РН1	Планувати і реалізовувати інноваційні проекти у сфері електроніки для досягнення цілей сталого розвитку, зокрема доступу всіх людей до прийнятних за ціною, надійних, сталих і сучасних джерел енергії.
РН2	Забезпечувати ефективність та якість вимірювань в електронних компонентах, пристроях і системах.
РН3	Враховувати в конструкторсько-технологічних, інженерних та науково-технічних рішеннях вимог щодо безпеки життєдіяльності, захисту інтелектуальної власності, енергоефективності та екологічності для примноження моральних, культурних та наукових цінностей для розвитку суспільства, техніки та технологій.
РН4	Оцінювати рівень існуючих технологій електронної промисловості у галузі професійної діяльності, ефективність технічних рішень, у тому числі для розвитку "зеленої" енергетики.
РН5	Розробляти спеціалізовану елементну базу для впровадження та використання у новітніх електронних, комп'ютерних та інформаційно-комунікаційних технологіях, комп'ютерних інструментах інженерних і наукових досліджень, розрахунків, обробки та аналізу експериментальних даних, моделювання та оптимізації.

6. Роль навчальної дисципліни у досягненні програмних результатів

Програмні результати навчання, досягнення яких забезпечує навчальна дисципліна.
Для спеціальності 171 Електроніка:

ПР4	Розробляти маловідходні, енергозберігаючі та екологічно чисті технології з урахуванням вимог безпеки життєдіяльності людей, раціонального використання сировинних, енергетичних та інших видів ресурсів.
-----	--

ПР5	Забезпечувати енергетичну та економічну ефективність розробок, виробництва та експлуатації електронної техніки.
ПР6	Забезпечувати професійний розвиток членів колективу з урахуванням світового рівня наукових та інженерних досягнень в сфері розробки та експлуатації електронних компонентів, пристроїв і систем.
ПР10	Обирати оптимальні методи досліджень, модифікувати, адаптувати та розробляти нові методи.
ПР14	Досліджувати інформаційні та фізичні процеси в інформаційній та силовій електроніці, електронних компонентах і системах, у тому числі розподілених, з використанням сучасних програмних засобів моделювання та автоматизації інженерних розрахунків, планування та проведення наукових експериментів з обробкою і аналізом результатів.

7. Роль освітнього компонента у формуванні соціальних навичок

Компетентності та соціальні навички, формування яких забезпечує навчальна дисципліна:

СН1	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
СН3	Здатність спілкуватися іноземною мовою.
СН4	Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні.
СН5	Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
СН6	Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
СН7	Навички міжособистісної взаємодії.

8. Види навчальних занять

Тема 1. Особливості сучасного етапу розвитку людської цивілізації. Класифікація поновлювальних і непоновлювальних природних ресурсів
Лк1 "Особливості сучасного етапу розвитку людської цивілізації" Предмет і завдання дисципліни. Зв'язок споживання природних ресурсів з кількістю населення Землі. Виснаження природних ресурсів. Сучасний стан енергетики та перспективи її розвитку. Розвиток джерел генерування доступної та чистої енергії.
Лк2 "Класифікація поновлювальних і непоновлювальних природних ресурсів. Виробництво енергії з відновлюваних джерел" Екологічні проблеми пов'язані з використанням традиційних видів палива. Третя та четверта індустріальні (технологічні) революції, їх основні особливості. Зміна парадигм розвитку професійної діяльності та суспільства в цілому за рахунок інвестицій інвестиції в екологічно чисті джерела енергії, такі як енергія сонця, вітру та теплової енергії.
Тема 2. Безвуглецева енергетика, геліоенергетика. Характеристики сонячного випромінювання на Землі та в космосі

Лк3 "Безвуглецева енергетика, геліоенергетика. Характеристики сонячного випромінювання на Землі та у космосі" Боротьба з викидами CO₂. Безвуглецева енергетика: воднева та алюмоенергетика. Сонце як основне джерело поновлювальної енергії. Потенціал сонячної енергії. Особливості спектру сонячного випромінювання. Розрахунок приходу прямого сонячного випромінювання на довільно розташований прийомний майданчик. Атмосферна маса. Стандартний сонячний спектр. Розподіл сонячної енергії за поверхнею Землі.
Тема 3. Основні напрями використання поновлювальних джерел енергії
Лк4 "Основні напрями використання поновлювальних джерел енергії" Джерела поновлюваної енергії. Геліоенергетика. Сонячна теплоенергетика та електроенергетика. Сонячні енергетичні установки (СЕУ), їх класифікація. Вітроенергетика. Біоенергетика. Мала гідроенергетика. Енергія течій та хвиль. Геотермальна енергетика.
Тема 4. Використання геотермальної енергії, енергії біомаси, вітру та океанів
Лк5 "Використання геотермальної енергії, енергії біомаси, вітру та океанів" Вітроенергетичні установки. Запаси енергії вітру і можливості її використання. Конструкції вітроелектростанцій, розрахунок їх потужності. Гідроенергетика: велика та мала. Використання енергії течій та хвиль. Приливоутворюючі сили Місяця і Сонця. Припливні електростанції (ПЕС). Геотермальна енергія, її типи. Використання теплової енергії доквілля. Теплові насоси (ТН). Енергетичні ресурси біомаси. Технології перероблення біомаси: пряме спалювання, піроліз, газифікація, ферментація.
Тема 5. Основи сонячної теплоенергетики
Лк6 "Основи сонячної теплоенергетики" (денна) Класифікація теплоенергетичних систем. Конструкції сонячних колекторів. Плоский колектор. Трубчастий вакуумний колектор. Схеми опалення приміщень. Баштові СЕС, СЕС тарілчастого типу, СЕС, які використовують параболічні концентратори, та і їх енергетичні особливості. Сонячні ставки.
Тема 6. Фотоелектричне перетворення сонячної енергії
Лк7 "Фотоелектричне перетворення сонячної енергії" (денна) Фізичні основи процесу фотоелектричного перетворення сонячної енергії. Класифікація фотоелектричних перетворювачів енергії. Сонячний елемент (СЕ) у відсутність освітлення та під освітленням. Втрати енергії у СЕ. Вольт-амперна характеристика СЕ під освітленням та в темряві.
Лк8 "Синтез та оптимізація властивостей напівпровідникових плівок Cu₂ZnSn(Ge)SSe₄ отриманих безвакуумними методами для сонячних перетворювачів третього покоління" (денна) Фізичні основи процесу фотоелектричного перетворення сонячної енергії у кестеритних сполуках. Класифікація фотоелектричних перетворювачів енергії (substrate, superstrate). Втрати енергії у кестеритних СЕ. Вольт-амперна характеристика сонячного елемента під освітленням та в темноті на основі напівпровідникових плівок Cu₂ZnSn(Ge)SSe₄.

Лк9 "Створення елементів приладових структур для фотоелектричного перетворення шляхом тривимірного друку чорнилами, що містять металеві та напівпровідникові наночастинки" (денна)

Отримання та оптимізація властивостей плівок напівпровідників (ZnO , $\text{Cu}_2\text{ZnSn}(\text{S,Se})_4$ металів (Ag , Cu), надрукованих на 3D-принтері, для пристроїв електроніки. Основні параметри СЕ. Оптимум Шоклі-Квайзера. Матеріали що відповідають оптимуму Шоклі-Квайзера. Еквівалентна схема реального сонячного елемента. СЕ на основі гетеропереходів (ГП). Зонні діаграми СЕ на ГП. Три покоління сонячних елементів, їх особливості. Технології виробництва ФЕП на базі основних поглинаючих матеріалів. Нові принципи перетворення сонячної енергії. Основні параметри сучасних ФЕП.

Лк10 "Розрахунок автономної енергосистеми на сонячних батареях" (денна)

Типи фотоелектричних систем. Режими автономного електропостачання: повне, комфортне, помірне, базове, аварійне. Розрахунок автономної енергосистеми на сонячних батареях. Рівень сонячної інсталяції в місці роботи ФЕП. Визначення можливостей сонця. Вибір обладнання (панелей з фотоелектричними елементами, контролера сонячної батареї, електрохімічного акумулятора, інвертора) та розрахунок його характеристик. «Зелений» тариф.

Лб1 "Визначення оптичних і рекомбінаційних втрат у сонячних елементах на основі гетеропереходів. Частина 1"

Визначення оптичних втрат у тонкоплівкових СЕ на основі гетеропереходів. Визначення квантового виходу та струму короткого замикання СЕ з урахуванням рекомбінаційних втрат носіїв заряду.

Лб2 "Визначення оптичних і рекомбінаційних втрат у сонячних елементах на основі гетеропереходів. Частина 2"

Оптимізація конструкції фотоелектричних перетворювачів. Розрахунок характеристик СЕ (ширина області просторового заряду в поглинальному матеріалі, густина струму короткого замикання СЕ, спектральна залежність квантового виходу).

Лб3 "Числове моделювання робочих характеристик сонячних елементів із використанням програмного пакета SCAPS-3302. Частина 1"

Набуття практичних навичок використання програмного пакету SCAPS-3302. Засвоєння методики числового моделювання основних експлуатаційних характеристик СЕ.

Лб4 "Числове моделювання робочих характеристик сонячних елементів із використанням програмного пакета SCAPS-3302. Частина 2" (денна)

Моделювання та побудова темнових, світлових вольт-амперних характеристик та спектральні залежності квантового виходу.

Тема 7. Smart Grids у сучасних електроенергетичних системах на основі трекерів та новітніх контролерів

Лк11 "Smart Grids у сучасних електроенергетичних системах на основі трекерів та новітніх контролерів" (денна) Поняття та основні концепції Smart Grids. Механізми, форми організації, етапи розроблення. Удосконалені інтерфейси та інтегровані комунікації. Впровадження АСУ ТП в електроенергетиці України.
Лб5 "Дослідження темнових і світлових вольт-амперних характеристик сонячних елементів. Частина 1" (денна) Ознайомлення із фізичними принципами роботи фотоелектричних перетворювачів сонячної енергії. Дослідження темнових вольт-амперних характеристик СЕ.
Лб6 "Дослідження темнових і світлових вольт-амперних характеристик сонячних елементів. Частина 2" (денна) Дослідження світлових вольт-амперних характеристик фотоелектричних перетворювачів. Визначення основних робочих характеристик фотоперетворювачів у процесі експлуатації в реальних умовах.
Тема 8. Трекери для сонячних електростанцій. Важливість розвитку геліоенергетики для сучасної суспільства України
Лк12 "Трекери для сонячних електростанцій. Важливість геліоенергетики для сучасного суспільства України" (денна) Загальні принципи роботи трекерних установок. Типи конструкцій сонячних трекерів. Будова трекерної установки. Переваги динамічних систем для сонячних електростанцій. Інноваційні підходи та методи перетворення сонячної енергії для формування сталого розвитку суспільства, техніки і технологій для накопичення моральних, культурних, наукових цінностей сучасного українського суспільства.
Лб7 "Дослідження впливу освітлення і кута падіння світла на основні характеристики сонячних елементів. Частина 1" (денна) Дослідження впливу інтенсивності та спектрального складу світла на світлові вольт-амперні характеристики СЕ. Визначення основних характеристик фотоперетворювачів і дослідження впливу вище вказаних факторів на них.
Лб8 "Дослідження впливу освітлення і кута падіння світла на основні характеристики сонячних елементів. Частина 2" (денна) Дослідження вплив кута падіння світла на світлові вольт-амперні характеристики ФЕП. Визначення основних характеристик фотоперетворювачів і дослідження впливу вище вказаних факторів на них.

9. Стратегія викладання та навчання

9.1 Методи викладання та навчання

Дисципліна передбачає навчання через:

МН1	Лекційне навчання
МН2	Кейс-орієнтоване навчання
МН3	Практикоорієнтоване навчання

МН4	Електронне навчання
-----	---------------------

Лекції надають студентам теоретичні знання в області безвуглецевої енергетики, геліоенергетики та методів перетворення енергії поновлювальних джерел у інші види, області енергозбереження та використання поновлювальних джерел енергії в промисловості та побуті (РН1, РН3, РН4). Лекції доповнюються практично-лабораторними роботами, що надають студентам можливість застосовувати теоретичні знання на практичних прикладах (РН2, РН4). Самостійному навчанню сприяє підготовка до лекцій та лабораторних робіт, а також робота над розрахунково-графічною роботою, яка призначена для самостійного індивідуального виконання (РН5). Під час підготовки звітів та їх презентацій за результатами виконання пошукових лабораторних робіт студенти розвиватимуть навички самостійного навчання на основі досвіду, критичного мислення, синтезу та аналітичного підходу до отриманих результатів.

Методи викладання сприяють формуванню "soft skills": критичне мислення, когнітивна гнучкість, ініціативність, тайм-менеджмент, самонавчання та саморозвиток.

9.2 Види навчальної діяльності

НД1	Проблемні лекції
НД2	Виконання та презентація результатів лабораторної роботи
НД3	Розрахунково-графічна робота для самостійного індивідуального виконання
НД4	Пройходження онлайн-курсів "Silicon Thin Film Solar Cells", "Organic Solar Cells - Theory and Practice", "Exploring Renewable Energy Schemes", "Global Warming I: The Science and Modeling of Climate Change" (за вибором здобувача)

10. Методи та критерії оцінювання

10.1. Критерії оцінювання

Визначення	Чотирибальна національна шкала оцінювання	Рейтингова бальна шкала оцінювання
Відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	5 (відмінно)	$90 \leq RD \leq 100$
Вище середнього рівня з кількома помилками	4 (добре)	$82 \leq RD < 89$
Загалом правильна робота з певною кількістю помилок	4 (добре)	$74 \leq RD < 81$
Непогано, але зі значною кількістю недоліків	3 (задовільно)	$64 \leq RD < 73$
Виконання задовольняє мінімальним критеріям	3 (задовільно)	$60 \leq RD < 63$
Можливе повторне складання	2 (незадовільно)	$21 \leq RD < 59$
Можливе одноразове повторне складання	2 (незадовільно)	$0 \leq RD < 20$

10.2 Методи поточного формативного оцінювання

	Характеристика	Дедлайн, тижні	Зворотний зв'язок
МФО1 Діагностичне тестування	Призначені для закріплення теоретичних знань, отриманих протягом лекційного заняття. Тестові питання засновані на матеріалі поточного лекційного заняття.	протягом аудиторного заняття	Google meet, Telegram
МФО2 Виконання та захист лабораторних робіт	Призначене для визначення здобувачами вищої освіти проміжних досягнень та їх покращення.	протягом аудиторного заняття	Google meet, Telegram
МФО3 Проміжне оцінювання виконання індивідуального завдання (підготовка, презентація, захист)	Проведення Q&A сесій зі здобувачами щодо проблемних питань виконання індивідуального завдання.	протягом аудиторного заняття	Google meet, Telegram.
МФО4 Обговорення та самокорекція виконаної роботи студентами	Призначене для виявлення проблем із проходженням онлайн-курсу.	Протягом аудиторного заняття	Google meet, Telegram

10.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

	Характеристика	Дедлайн, тижні	Зворотний зв'язок
МСО1 Поточні контрольні роботи (проміжний модульний контроль)	Розгорнуті питання направлені на перевірку отриманих знань протягом вивчення курсу дисципліни.	згідно графіку навчального процесу	Google meet, Telegram
МСО2 Звіт за результатами виконання лабораторних робіт	Для зарахування лабораторної роботи необхідно виконати мінімальний обсяг завдання відповідно методичним вказівкам.	Згідно навчального графіку перед другим модульним тижнем	Google meet, Telegram

МСОЗ Виконання та захист індивідуального завдання	Для зарахування виконання індивідуального завдання потрібно оформити звіт згідно методичним вказівкам та захистити його в усній формі.	Згідно навчального плану перед другим модульним тижнем	Google meet, Telegram
--	--	--	-----------------------

Контрольні заходи:

	Максимальна кількість балів	Можливість перескладання з метою підвищення оцінки
Перший семестр вивчення	100 балів	
МСО1. Поточні контрольні роботи (проміжний модульний контроль)	30	
2x15	30	Ні
МСО2. Звіт за результатами виконання лабораторних робіт	40	
8x5	40	Ні
МСО3. Виконання та захист індивідуального завдання	30	
	30	Ні

Для отримання рейтингового балу, студент виконує лабораторні роботи, модульні контролю та індивідуальне завдання. У випадку порушення норм академічної доброчесності під час виконання завдання, зокрема академічного плагіату, студент отримує 0 (нуль) балів за завдання. При цьому викладач повинен надати докази факту порушення. За умови успішного вивчення масового відкритого онлайн курсу та отримання персоніфікованого сертифікату із зазначенням рівня успішності у відсотках частина кредитів курсу може бути перезарахована таким чином: один курс прирівнюється до виконання двох лабораторних робіт. Онлайн курс є альтернативним видом навчальної діяльності щодо виконання лабораторних робіт. Заочна форма навчання передбачає часткове самостійне вивчення матеріалу курсу.

11. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни

11.1 Засоби навчання

ЗН1	Мультимедіа, відео- і звуковідтворювальна, проєкційна апаратура (відеокамери, проєктори, екрани)
ЗН2	Лабораторні стенди вимірювання вольт-амперних характеристик сонячних перетворювачів
ЗН3	Прикладне програмне забезпечення (Solar Cell Capacitance Simulator, SCAPS)
ЗН4	Бібліотечні фонди

11.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

Основна література

1	Курс лекцій з дисципліни «Електронні системи в геліоенергетиці» / укладачі А. С. Опанасюк, О. А. Доброжан. – Суми : Сумський державний університет, 2022. – 223 с.
2	Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт із дисципліни «Електронні системи в геліоенергетиці» / укладачі: О. А. Доброжан, А. С. Опанасюк, О. В. Д'яченко, О. А. Любимий. – Суми : Сумський державний університет, 2022. – 71 с.
3	Методичні вказівки та завдання до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Електронні системи в геліоенергетиці» / укладачі: О. А. Доброжан, А. С. Опанасюк. – Суми : Сумський державний університет, 2022. – 37 с.
Допоміжна література	
1	Фотоенергетика : навч. посібник / Ю. П. Колонтаєвський, Д. В. Тугай, С. В. Котелевець ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 160 с.
Інформаційні ресурси в Інтернеті	
1	Цифровий навчально-методичний комплекс "Електронні системи в геліоенергетиці". Укладач: О.А. Доброжан, А.С. Опанасюк. Доступ з платформи mix.sumdu.edu.ua за посиланням: https://mix.sumdu.edu.ua/info/nmk/aa25173f-420b-4023-8875-fa084a1217a8
2	Organic Solar Cells - Theory and Practice : веб-сайт. URL: https://www.coursera.org/learn/solar-cell (дата звернення: 30.08.2024).
3	Silicon Thin Film Solar Cells : веб-сайт. URL: https://www.coursera.org/learn/silicon-thin-film-solar-cells (дата звернення: 30.08.2024).
4	Global Warming I: The Science and Modeling of Climate Change : веб-сайт. URL: https://www.coursera.org/learn/global-warming (дата звернення: 30.08.2024).
5	Exploring Renewable Energy Schemes : веб-сайт. URL: https://www.coursera.org/learn/exploring-renewable-energy (дата звернення: 30.08.2024).

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п	Програма навчальної дисципліни	Усього годин	Навчальна робота, аудиторних годин				Самостійна робота здобувача вищої освіти за видами, годин					
			Усього, ауд. год.	Лекції	Практичні заняття	Лабораторні роботи	Усього, год.	Самостійне опрацювання матеріалу	Підготовка до практичних занять	Підготовка до лабораторних робіт	Підготовка до контрольних заходів	Виконання самостійних позааудиторних завдань
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
денна форма навчання												
Модуль 1. Основні джерела поновлювальних і неповновлювальних природних ресурсів												
1	Особливості сучасного етапу розвитку людської цивілізації. Класифікація поновлювальних і неповновлювальних природних ресурсів	5	4	4	0	0	1	1	0	0	0	0
2	Безвуглецева енергетика, геліоенергетика. Характеристики сонячного випромінювання на Землі та в космосі	2.5	2	2	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0
3	Основні напрями використання поновлювальних джерел енергії	2.5	2	2	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0
4	Використання геотермальної енергії, енергії біомаси, вітру та океанів	2.5	2	2	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0
Модуль 2. Геліоенергетика. Сучасні енергетичні системи та електростанції												
1	Основи сонячної теплоенергетики	2.5	2	2	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0
2	Фотоелектричне перетворення сонячної енергії	22	16	8	0	8	6	2	0	4	0	0
3	Smart Grids у сучасних електроенергетичних системах на основі трекерів та новітніх контролерів	8.5	6	2	0	4	2.5	0.5	0	2	0	0
4	Трекери для сонячних електростанцій. Важливість розвитку геліоенергетики для сучасної суспільства України	8.5	6	2	0	4	2.5	0.5	0	2	0	0
Контрольні заходи												

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	диференційний залік	6	0	0	0	0	6	0	0	0	6	0
Індивідуальні завдання												
1	інші індивідуальні завдання	90	0	0	0	0	90	0	0	0	0	90
<i>Всього з навчальної дисципліни (денна форма навчання)</i>		<i>150</i>	<i>40</i>	<i>24</i>	<i>0</i>	<i>16</i>	<i>110</i>	<i>6</i>	<i>0</i>	<i>8</i>	<i>6</i>	<i>90</i>

№ з/п	Програма навчальної дисципліни	Усього годин	Навчальна робота, аудиторних годин				Самостійна робота здобувача вищої освіти за видами, годин					
			Усього, ауд. год.	Лекції	Практичні заняття	Лабораторні роботи	Усього, год.	Самостійне опрацювання матеріалу	Підготовка до практичних занять	Підготовка до лабораторних робіт	Підготовка до контрольних заходів	Виконання самостійних позааудиторних завдань
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
заочна форма навчання												
Модуль 1. Основні джерела поновлювальних і непоновлювальних природних ресурсів												
1	Особливості сучасного етапу розвитку людської цивілізації. Класифікація поновлювальних і непоновлювальних природних ресурсів	5	4	4	0	0	1	1	0	0	0	0
2	Безвуглецева енергетика, геліоенергетика. Характеристики сонячного випромінювання на Землі та в космосі	2.5	2	2	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0
3	Основні напрями використання поновлювальних джерел енергії	2.5	2	2	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0
4	Використання геотермальної енергії, енергії біомаси, вітру та океанів	2.5	2	2	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0
Модуль 2. Геліоенергетика. Сучасні енергетичні системи та електростанції												
1	Основи сонячної теплоенергетики	2.5	0	0	0	0	2.5	2.5	0	0	0	0
2	Фотоелектричне перетворення сонячної енергії	22	6	0	0	6	16	13	0	3	0	0
3	Smart Grids у сучасних електроенергетичних системах на основі трекерів та новітніх контролерів	8.5	0	0	0	0	8.5	8.5	0	0	0	0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
4	Трекери для сонячних електростанцій. Важливість розвитку геліоенергетики для сучасної суспільства України	8.5	0	0	0	0	8.5	8.5	0	0	0	0
Контрольні заходи												
1	диференційний залік	6	0	0	0	0	6	0	0	0	6	0
Індивідуальні завдання												
1	інші індивідуальні завдання	90	0	0	0	0	90	0	0	0	0	90
<i>Всього з навчальної дисципліни (заочна форма навчання)</i>		<i>150</i>	<i>16</i>	<i>10</i>	<i>0</i>	<i>6</i>	<i>134</i>	<i>35</i>	<i>0</i>	<i>3</i>	<i>6</i>	<i>90</i>