МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ

ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

КАФЕДРА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА КІБЕРФІЗИЧНИХ СИСТЕМ

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Директор Інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю.М. Потебні ЗНУ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | Н.Г. Метеленко |
| (підпис) |  | (ініціали та прізвище) |
| «\_\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2023 р. |

**ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ**

**ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ**

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки бакалавра

очної (денної) та заочної (дистанційної) форм здобуття освіти

спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

освітньо-професійна програма «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

|  |  |
| --- | --- |
| **Укладач**  | **Башлій С.В.** кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри електричної інженерії та кіберфізичних систем |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Обговорено та ухваленона засіданні кафедри електричної інженерії та кіберфізичних систем |  | Ухвалено науково-методичною радоюІнженерного навчально-наукового інституту |
| Протокол № 17 від “ 24 ”серпня\_ 2022 р.Завідувач кафедри ЕІКФС |  | Протокол № 1 від “ 26 ” \_серпня\_ 2022 р.Голова науково-методичної радиІнженерного навчально-наукового інституту ім. Ю.М. Потебні |
|  |  | В.Л. Коваленко |  |  |  | Т.А. Шарапова |
| (підпис) |  | (ініціали, прізвище) |  | (підпис) |  | (ініціали, прізвище) |
| Погодженоз навчально-методичним відділом |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| (підпис) |  | (ініціали, прізвище) |  |  |  |  |

2022 рік

# Опис навчальної дисципліни

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Найменування показників**  | **Галузь знань, спеціальність, рівень вищої освіти** | **Характеристика навчальної дисципліни** |
| денна форма навчання | заочна форма навчання |
| Кількість  |  | Галузь знань | Вибіркова |
| 141 – Електрична інженерія |
| кредитів – |  3 | (шифр і назва) |
|  |  |  |
| Модулів – 3 | Спеціальність | **Рік підготовки:** |
|  |  | 3-й | 3-й |
|  | 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка |  |
|  | (шифр і назва) | **Семестр:** |
|  |  | 5-й | 5-й |
| Загальна  |  |  |  |
| кількість |  |  |
| годин – | 90 |  | **Лекції** |
| Тижневих  |  | Освітньо-професійна програмаЕлектроенергетика, електротехніка та електромеханікаРівень вищої освіти:перший (бакалаврський) | 22 год. | 4 год. |
| годин для |  | **Практичні** |
| денної |  | - | - |
| форми |  | **Лабораторні** |
| навчання: |  10 | - | - |
| аудиторних – |  3 | **Самостійна робота** |
| самостійної  |  | 68 год. | 86 год. |
| роботи |  | **Індивідуальні завдання:** |
| студента – |  7 | год. |
|  | **Вид підсумкового контролю:** |
|  | залік |

# Мета та завдання навчальної дисципліни Мета викладання дисципліни

Метою викладання дисципліни «Перспективні технології відновлюваних джерел енергії є ознайомлення студента з видами поновлюваних та альтернативних джерел енергії, схемами використання цих джерел, та економічними аспектами прийняття рішень щодо їх використання.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен набути таких результатів навчання (знання, уміння тощо) та компетентностей:

|  |  |
| --- | --- |
| Заплановані робочою програмою результати навчання та компетентності | Методи і контрольні заходи |
| **знати:** **-** основні закономірності видів, особливостей та принципів використання альтернативних джерел енергії**.** | Лекційні та семінарські заняття.Контрольні заходи – розрахунки, поточне опитування, тестування, залік. |
| **вміти:** * уміння володіти сучасними методами розрахунку, адаптованих до альтернативних джерел енергії.
 | Практичні та самостійні заняття.Контрольні заходи – звіти з практичних робіт, вмконання проміжних контрольних робіт. |
| Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **компетентностей**: |
|  *Загальні компетентності:*-здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;-здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;-уміння працювати як індивідуально, так і в команді;-уміння ефективно спілкуватися на професійному та соціальному рівнях;-здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;-здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій. *Спеціальні компетенції:*-здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи для вирішення науково-технічних проблем і задач електроенергетики, електротехніки та електромеханіки;-здатність розробляти та впроваджувати заходи з підвищення надійності, ефективності та безпеки при проектуванні та експлуатації обладнання та об’єктів електроенергетики, електротехніки;-здатність застосовувати стандартні методи розрахунку при проектуванні схем електроенергетичних, електротехнічних систем, пристроїв, комплексів та устаткування;-здатність використовувати нові технології в електроенергетиці та електротехніці, брати участь в модернізації та реконструкції електричного обладнання, систем та комплексів. | Методи:Наочні методи (презентації).Словесні методи (лекція, робота з підручником).Практичні методи (контрольні, складання схем).Проблемно-пошукові методи (репродуктивні).Метод формування пізнавального інтересу (навчальна дискусія). |
|  *Програмні результати навчання:*-здатність продемонструвати систематичні знання в області електроенергетики та електротехніки;-уміння застосовувати набуті знання для проектування електричних станцій з альтернативної енергетики. | Методи контролю і самоконтролю (усний, письмовий).Контрольні заходи:* практичне завдання, тестування за змістовим модулем.
* індивідуальне практичне завдання
* залік
 |

**Міждисциплінарні зв’язки.** Відповідно до структурно-логічної схеми освітньо-професійної програми навчальна дисципліна «Новітні технології в електроенергетиці, електротехниці та електромеханиці» базується на знаннях, отриманих при вивченні дисциплін “Вища математика”, “Фізика” та “Технічна термодинаміка”. Зв’язки навчальної дисципліни «Високотемпературні теплотехнологічні процеси і установки» між наступною дисципліною «Основи наукових досліджень» також передбачені структурно-логічною схемою освітньо-професійної програми.

# 3 Програма навчальної дисципліни

**Змістовий модуль 1. Основи використання поновлюваних джерел енергії. Традиційні та поновлювані джерела електричної енергії. Сонячна енергетика.**

**Тема 1. Вступ**.

Вступ, основні поняття та визначення. Електроенергія. Енергосистема.

Графіки навантаження. Джерела енергії.

Література: [1,2,8,11,15,19,21].

# Тема 2. Традиційні джерела електричної енергії .

Теплова електростанція. Типи теплових електростанцій. Принцип роботи теплових електростанцій. Гідроелектростанція. Принцип роботи

гідроелектростанцій. Атомна електростанція. Принцип роботи атомних електростанцій.

Література: [1,2,8,19,22].

# Тема 3. Поновлювані джерела електричної енергії .

Сонячна енергетика. Вітроенергетика. Геотермальна енергетика.

Біоенергетика. Приливна енергетика. Література: [1,2,8,19,21,23,24,25].

# Тема 4. Сонячна енергетика. Сонячна теплоенергетика.

Галузі сонячної енергетики. Основи сонячної енергетики. Сонячні колектори.

Типи колекторів. Коефіцієнт корисної дії сонячних колекторів. Застосування сонячних колекторів.

Література: [6,14, 18].

**Тема 5**. **Сонячна фотоенергетика.** Загальні відомості, основні поняття та визначення. Характеристики фотоелемента. Фотобатарея. Структура автономної сонячної електростанції.

Література: [1,6,14,17,18,25].

**Тема 6**. **Електрообладнання автономної сонячної електростанції.** Електрообладнання автономної сонячної електростанції (АСЕ). Фотоелемент. Інвертор. Акумуляторна батарея. Контролер.

Література: [1,6,17,18,25].

# Тема 7. Автономна сонячна електростанція.

Розрахунок вихідної потужності АСЕ. Розрахунок добового споживання активної енергії та побудова графіку навантаження.

Література: [1,6, 17,18].

# Тема 8. Методика вибору електрообладнання АСЕ.

Вибір потужності і кількості сонячних панелей. Визначення виробленої електроенергії в зимовий та літний період. Вибір кількості та ємності акумуляторних батарей для АСЕ. Вибір потужності і типу інвертора. Вибір контролера. Визначення орієнтовної вартості АСЕ.

Література: [1,6,15,17,18].

**Тема 9**. **Сонячні теплоелектростанції.** Принцип дії та типи сонячних концентраторів. Література: [2,3,8,14,15,25].

# Змістовий модуль 2. Вітроенергетика. Теплові насоси. Біоенергетика.

**Геотермальна енергетика.**

**Тема 10**. **Вітроенергетика.**

Основні поняття та визначення. Фізичні основи використання енергії вітру.

Структурна схема вітроенергетичних установок. Класифікація вітрових енергетичних установок.

Література: [1,2,9,10,19,21].

**Тема 11**. **Електрообладнання вітроенергетичних установок.** Вітроколесо .

Мультиплікатор. Система керування . Генератор.

Література: [1,2,9,10,19,22].

# Тема 12. Використання теплових насосів.

Теорія теплових насосів. Основи роботи теплового насосу. Принцип роботи та конструкція теплового насосу (ТН). Ефективність ТН. Використання теплових насосів: опалення, гаряче водопостачання, охолодження.

Література: [3,13,18].

# Тема 13. Біоенергетика.

Біомаса; класифікація біопалива. Спалювання біомаси; інші термохімічні процеси. Піроліз біомаси. Газифікація біомаси.

Література: [2,3,12,15,24].

# Тема 14. Геотермальна енергія.

Типи джерел геотермальної енергії. Методи перетворення геотермальної енергії .

Література: [1,2,15,19].

# Структура навчальної дисципліни

|  |  |
| --- | --- |
| Назви змістових модулів і тем | Кількість годин |
| денна форма | Заочна форма |
| усього | у тому числі | усього | у тому числі |
| л | п | лаб | ін | с.р. | л | п | лаб | інд | с.р. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | - | 6 | 7 | 8 | 9 | - | - | 12 | 13 |
| **Модуль 1** |
| **Змістовий модуль 1. Основи використання поновлюваних джерел енергії. Традиційні та поновлювані джерела електричної енергії. Сонячна енергетика.** |
| Тема 1. Вступ. | 3 | 1 |  |  |  | 2 | 6 |  |  |  |  | 6 |
| Тема 2. Традиційні джерела електричноїенергії . | 6 | 1 |  |  |  | 5 | 7 | 1 |  |  |  | 6 |
| Тема 3. Поновлюваніджерела енергії. | 6 | 1 |  |  |  | 5 | 7 | 1 |  |  |  | 6 |
| Тема 4. Сонячнатеплоенергетика. | 12 | 1 |  |  |  | 5 | 7 |  |  |  |  | 5 |
| Тема 5. Сонячнафотоенергетика. | 10 | 1 |  |  |  | 5 | 7 |  |  |  |  | 5 |
| Тема 6.Електрообладнання автономної сонячної електростанції. | 6 | 1 |  |  |  | 5 | 7 |  |  |  |  | 7 |
| Тема 7. Автономна сонячна електростанція | 8 | 1 |  |  | 2 | 5 | 7 |  |  |  |  | 7 |
| Тема 8. Методика вибору електрообладнанняАСЕ. | 5 | 1 |  |  |  | 4 | 8 |  |  |  |  | 8 |
| **Разом за змістовим****модулем 1** | 56 | 8 |  |  | 2 | 36 | 56 | 2 |  |  |  | 50 |
|  |
| **Змістовий модуль 2. Сонячні теплоелектростанції. Вітроенергетика.****Теплові насоси. Біоенергетика. Геотермальна енергетика.** |
| Тема 9. Сонячнітеплоелектростанції. | 5 | 1 |  |  |  | 4 | 6 | 1 |  |  |  | 5 |
| Тема 10.Вітроенергетика. | 5 | 1 |  |  |  | 4 | 7 | 1 |  |  |  | 5 |
| Тема 11. Електрообладнання вітроенергетичнихустановок. | 5 | 1 |  |  |  | 4 | 6 |  |  |  |  | 5 |
| Тема 12. Використаннятеплових насосів. | 9 | 1 |  |  |  | 4 | 5 |  |  |  |  | 5 |
| Тема 13. Біоенергетика | 5 | 1 |  |  |  | 4 | 5 |  |  |  |  | 5 |
| Тема 14. Геотермальнаенергія. | 5 | 1 |  |  |  | 4 | 5 |  |  |  |  | 5 |
| **Разом за змістовим****модулем 2** | 34 | 6 |  |  |  | 24 | 34 | 2 |  |  |  | 32 |
| **Усього годин** | 90 | 14 |  |  | 2 | 60 | 90 | 4 |  |  |  | 82 |

* 1. **Теми семінарських занять**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №з/п | Назва теми | Кількістьгодин |
| 1 | - | - |

* 1. **Теми практичних занять**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
| 1 | - | - |

* 1. **Теми лабораторних занять**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №з/п | Назва теми | Кількістьгодин |
| 1 |  |  |

* 1. **Самостійна робота**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
| 1 | Вступ. | 2 |
| 2 | Традиційні джерела електричної енергії . | 5 |
| 3 | Поновлювані джерела енергії. | 5 |
| 4 | Сонячна енергетіка. | 5 |
| 5 | Сонячна фотоенергетика. | 5 |
| 6 | Електрообладнання автономної сонячної електростанції. | 5 |
| 7 | Автономна сонячна електростанція. | 5 |
| 8 | Економічні показники АСЕ. | 6 |
| 9 | Сонячні теплоелектростанції. | 4 |
| 10 | Вітроенергетика. | 4 |
| 11 | Розрахунок вітроенергетичних установок. | 6 |
| 12 | Використання теплових насосів. | 4 |
| 13 | Біоенергетика. | 6 |
| 14 | Геотермальна енергія. | 4 |
|  | Разом | 68 |

* 1. **Індивідуальні завдання**

В ході виконання завдань модулів студенту пропонується:

* вивчити теоретичний матеріал модуля (20 балів);
* виконати та захистити індивідуальні варіанти практичних розрахунково - графічних робіт (20 балів);
* здійснити перевірку отриманих знань шляхом проміжного контролю у вигяді напівсеместрового опитування аба комп'ютерного тестування (20 балів).

Передбачено, що для всіх модулів значення максимальної рейтингової оцінки складає 12 балів.

Передбачено проведення заліку після першого (другого для з.ф.н.) семестру, максимальне значення якого складає 40 балів.

Сумарний рейтинговий бал за період вивчення дисципліни «Тепломасообмінні процеси в енергетичних установках» складає 100 балів.

# Методи навчання

Робочою програмою передбачені такі форми організації навчального процесу як лекції, лабораторні роботи, самостійна робота студентів, консультації та контрольні заходи.

Під час викладання курсу використовуються наступні методи навчання:

* розповідь – для оповідної, описової форми розкриття навчального матеріалу;
* пояснення – для розкриття сутності певного явища, закону, процесу;
* бесіда – для усвідомлення за допомогою діалогу нових явищ, понять;
* ілюстрація – для розкриття предметів і процесів через їх символічне зображення (рисунки, схеми, графіки);

За характером логіки пізнання використовуються такі методи: аналітичний, синтетичний, аналітико–синтетичний, індуктивний, дедуктивний.

За рівнем самостійної розумової діяльності використовуються методи: проблемний, частково–пошуковий, дослідницький.

Основним видом навчальних занять з дисципліни «Поновлювані та альтернативні джерела енергії» є лекції. У процесі засвоєння матеріалу надзвичайно важливо засвоїти не тільки кінцеві результаті, а й забезпечити формування електротехнічного мислення, розуміння фізичних процесів.

Як один з варіантів самостійної роботи студенти виконують домашнє завдання у вигляді реферативної доповіді. У результаті індивідуального захисту кожен студент отримує відповідну рейтингову оцінку з урахуванням якості роботи, її оформлення та захисту.

# Очікувані результати навчання з дисципліни

Внаслідок вивчення навчальної дисципліни студент повинен бути здатним продемонструвати такі **результати навчання**:

* знання видів та особливостей альтернативних джерел енергії;
* знання принципів використання альтернативних джерел енергії;
* знання конструктивних особливостей, технічних характеристик та параметрів основного електричного обладнання для альтернативних джерел енергії;
* уміння володіти сучасними методами розрахунку, адаптованих до альтернативних джерел енергії;
* уміння розраховувати автономну сонячну електростанцію, здійснювати вибір електричного обладнання та здійснювати її економічне оцінювання.
* набуття необхідних теоретичних і практичних знань щодо вибору конструкції вітрових установок .

# Засоби оцінювання

Контроль успішності студентів денної форми навчання здійснюється за результатами:

* захисту звітів про виконання лабораторних робіт;
* рубіжного модульного контролю;
* екзамену.

Контроль успішності студентів заочної форми навчання здійснюється за результатами:

* захисту звітів про виконання лабораторних робіт
* захисту контрольної роботи
* екзамену.

# Критерії оцінювання

Оцінювання успішності студентів здійснюється окремо за кожний модуль на відповідному поточному модульному контролі (ПМК) за 100-бальною шкалою.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Поточне тестування та самостійна робота | Екза-мен | Су-ма |
| Змістовий модуль 1 | Змістовий модуль 2 | 50 | 100 |
| Т1 | Т2 | Т3 | Т4 | Т5 | Т6 | Т7 | Т8 | Т9 | Т10 | Т11 | Т12 | Т13 | Т14 |
| 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 |

Студент, який незадоволений семестровою оцінкою за результатами ПМК, має можливість покращити результат під час складання екзамену. На екзамені потрібно розв’язати задачі, які оцінюються 50 балів. У такому випадку до набраних під час екзамену балів додаються бали поточного контролю.

# Шкала оцінювання: національна та ECTS

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *За шкалою*ECTS | *За шкалою* **університету** | ***За національною шкалою*** |
| ЕЕкзамен | ЗЗалік |
| A | 90 – 100(відмінно) | **55 (відмінно)** | **ЗЗараховано** |
| B | 85 – 89(дуже добре) | 4 (добре) |
| C | 75 – 84(добре) |
| D | 70 – 74(задовільно)  | 3 (задовільно) |
| E | 60 – 69(достатньо) |
| FX | 35 – 59(незадовільно – з можливістю повторного складання) | 2 (незадовільно) | Не зараховано |
| F | 1 – 34(незадовільно – з обов’язковим повторним курсом) |

* 1. **Методичне забезпечення**
1. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Поновлювальні та альтернативні джерела енергії» для студентів спеціальності 141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка” всіх форм навчання / Укл. О.В Немикіна, О.І. Кузьменко, Запоріжжя: ЗНТУ, 2019.- 26 с.
2. Методичні вказівки з вивчення дисципліни «Поновлювальні та альтернативні джерела енергії» та контрольні завдання для студентів спеціальності

141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка” заочної форми навчання / Укл. О.В Немикіна, Запоріжжя: ЗНТУ, 2019.- 38 с.

# 15. Рекомендована література

**Базова**

1. Дикий М.О. Поновлювані джерела енергії: Підручник. - К.: Вища пік.., 1993.-351С.
2. Від виробництва до ефективного споживання енергії / О.І. Соловей, А.В. Праховник, Є.М. Іншеков та інші. - К.: Київ. Нот.ф-ка, 1999.-440 с.
3. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії: Навчальний посібник / І.О. Сінчук, С.М. Бойко, К. І. Лосіна, І.А. Луценко, Г.І. Ткаченко; під ред.. докт. техн.. наук, проф. О.М. Сінчука. – Кременчук: ПП Щербатих О.В., 2013. – 192 с.
4. Твайделл Дж., Узйр А. Возобновляемые источники знергии: Пер. с англ.- М.: Энергоатомиздат. 1990. - 392 с.
5. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: Учебное пособие.

– Тамбов: Изд. Тамб. гос. ун-та, 2003. – 96 с.

1. Все про відновлювані джерела енергії та енергоощадність // Зелена енергетика.-2003 .-№4.-с.4-6.

# Допоміжна

1. Енергія навколо нас: Посібник для вчителів / А.Є.Конеченков, М.М. Федосенко, І.Л. Шилович та інші. - К.: Київ нот. ф-ка, 1999.-191 с.
2. Ткаченко С.Й. Теплообмінні та гідродинамічні процеси в елементах енергозабезпечення біогазової установки: Монографія / С.Й. Ткаченко, Д.В. Степанов.- Вінниця: УНІВЕРСУМ - Вінниця, 2004. - 132 с.
3. Нараєвський С.В. Порівняльний аналіз ефективності роботи сонячної енергетики у провідних країнах світу / С.В. Нараєвський // Економічний вісник НТУУ «КПІ» – 2015.– No 12. – С. 145–150
4. Валов М.И., Казанджан Б.И. Использование солнечной энергии в системах теплоснабжения.-М.: Изд-во МЭИ, 1991.-140с.
5. Денисенко О.Г. «Преобразование и использование ветровой энергии »– К.: Техника, 1992.
6. Гидроэнергетика и комплексное использование ед. ресурсов / ед.. Непорожнего П.С. – М.: Энергоиздат, 1982.- 559 с.
7. Приливные электростанции // Под ред. Л.Б. Бернштейна. – М.: 1994. Т.

# 16. Інформаційні ресурси

1. Національна бібліотека ім. В.І.Вернадського/ [ Електронний ресурс]. – Режим доступу: htpp:[www.nbuv.gov.ua/](http://www.nbuv.gov.ua/)
2. Електронна бібліотека ЗНТУ / [ Електронний ресурс]. – Режим доступу: htpp:[www.e-library.zntu.edu.ua/](http://www.e-library.zntu.edu.ua/)
3. Офіційний сайт Інституту відновлюваної енергетики НАН України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://ive.org.ua.](http://ive.org.ua/)
4. Офіційний сайт Всесвітної вітроенергетичної асоціації [Електронний ресурс].

– Режим доступу : [http://www.wwindea.org/.](http://www.wwindea.org/)

1. Офіційний сайт Національного інституту стратегічних досліджень України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://www.niss.gov.ua.](http://www.niss.gov.ua/)