



ОСНОВИ КОНСТРУЮВАННЯ ЕНЕРГОУСТАНОВОК З ВІДНОВЛЮваними ДжЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>14 Електрична інженерія</i>
Спеціальність	<i>141 - Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i>
Освітня програма	<i>Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії</i>
ЗССтатус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>120 годин / 4 кредити ECTS аудиторних – 54 годин: лекції – 36 годин; практичні заняття – 18 годин; самостійна робота – 66 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, МКР, РР</i>
Розклад занять	<i>Лекційні заняття – 1 раз на тиждень, практичні заняття – 1 раз на два тижні</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лекції: канд. техн. наук, доцент, Кириленко К.В, Практичні заняття: канд. техн. наук, доцент, Кириленко К.В., katakыр20@gmail.com</i>
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com/c/NTI4NDU3Mjc3NDMy?cjc=pa2fsgl</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Програма навчальної дисципліни «Основи конструювання енергоустановок з відновлюваними джерелами енергії» складено відповідно до освітніх програм підготовки бакалаврів «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії» спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Метою навчальної дисципліни є доповнення по закріпленню студентами наступних здатностей: (K02) Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; (K03) Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово; (K05) Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; (K07) Здатність працювати в команді; (K08) Здатність працювати автономно; (K12) Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки; (K16) Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії; (K19) Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування; (K20) Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

Предмет навчальної дисципліни.

Конструкції установок, що використовують енергію відновлюваних джерел, розрахунки параметрів частин й елементів конструкції об'єкта, його складових: агрегатів, систем, вузлів тощо, способи їх з'єднання, а також розробка конструкторської документації.

Програмні результати навчання.

(ПР09) Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем (ПР10) Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність. (ПР12) Розуміти основні принципи і завдання технічної та екологічної безпеки об'єктів електротехніки та електромеханіки, враховувати їх при прийнятті рішень (ПР13) Розуміти значення традиційної та відновлюваної енергетики для успішного економічного розвитку країни. (ПР23) Знати існуючі конструкції обладнання та устаткування призначеного для перетворення енергії відновлюваних джерел в електричну та інші види енергій.

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

Місце дисципліни в структурно-логічній схемі навчання визначається за освітніми програмами «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії» та «Електричні станції». Дисципліна «Основи конструювання енергоустановок з відновлюваними джерелами енергії» належить до вибіркового циклу професійної підготовки бакалавра » входить до циклу вибіркового циклу підготовки і безпосередньо пов'язана з іншими дисциплінами навчальних планів освітньої програми. Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти освітніми компонентами «Фізика», «Вища математика», «Інженерна графіка», «Теоретичні основи електротехніки», «Вступ до спеціальності». Знання та уміння, одержані в процесі вивчення освітнього компонента є доповнючими для подальшого вивчення освітньої компоненти «Електрична частина станцій та підстанцій», «Комплексне використання відновлюваних джерел енергії», «Дипломне проектування»..

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліна містить **6 розділів**.

Розділ 1. Вступ до курсу.

Тема 1.1 Принципи конструювання. Мета та задачі конструювання. Економічні засади конструювання. Поняття корисної віддачі та довговічності. Експлуатаційна надійність.

Тема 1.2 Загальні правила та методичні положення конструювання. Уніфікація виробничих рішень. Утворення номенклатури та рядів об'єктів виробництва. Поняття технічної пропозиції, ескізного проекту, технічного проекту, робочої конструкторської документації.

Розділ 2. Конструювання вітроенергетичних установок.

Тема 2.1 Загальна побудова систем вітроенергетичних установок. Складові вітроенергетичних установок. Вихідні положення до розрахунку вітроенергетичних установок.

Тема 2.2 Аеродинамічний розрахунок вітроустановок. Визначення геометричних параметрів ротора. Вибір профілю лопатей.

Тема 2.3 Визначення навантаження на складові елементи вітроенергетичних установок. Визначення навантаження при різних видах регулювання вітроустановок. Опори вітроустановок.

Тема 2.4 Схеми генерування електроенергії вітроустановками. Типи схем, за якими будуються сучасні вітроелектричні установки. Робота вітроелектричних установок з асинхронними та синхронними генераторами.

Розділ 3. Конструювання сонячних енергетичних установок.

Тема 3.1 Загальний підхід до побудови теплових сонячних енергоустановок. Класифікація сонячних енергоустановок. Варіанти структурних схем побудови сонячних енергоустановок. Балансові рівняння одно та двоконтурних схем.

Тема 3.2 Оцінка параметрів енергії сонячної радіації. Визначення періодів доцільного використання енергії сонячної радіації. Оцінка надходження енергії сонячної радіації на похилу поверхню. Визначення кута нахилу колекторів до горизонту.

Тема 3.3 Розрахунок параметрів основних вузлів сонячних енергоустановок. Визначення площі сонячних колекторів. Визначення місткості акумуляторів. Порівняльний аналіз одно та двоконтурних систем за продуктивності.

Тема 3.4 Фотоелектричні батареї. Розрахунок параметрів фотоелектричних перетворювачів.

Розділ 4. Конструювання малих гідроелектростанцій

Тема 4.1 Основні схеми та склад споруд гідроелектростанцій. Класифікація гідроелектростанцій. Дериваційні та гребельні гідроелектростанції. Компоновка гідровузла станції.

Тема 4.2 Гідрологічні та гідроенергетичні розрахунки. Вимірювання рівня води. Методи оцінки норм потоків. Вибір розрахункового напору. Вибір встановленої потужності та числа агрегатів.

Тема 4.3 Турбіни гідроелектростанцій. Типи гідравлічних турбін. Вибір конструкції та розмірів турбін.
Тема 4.4 Основне електрообладнання гідроелектростанцій. Генераторні установки. Питання автоматизації гідроелектростанцій.

Розділ 5. Конструювання біогазових установок.

Тема 5.1 Типи та структурні схеми біогазових систем. Біофізичні процеси біогазових установок. Компонівка біогазової установки.

Тема 5.2 Розрахунок основних блоків біогазових установок. Визначення об'єму реактора. Розрахунок кількості теплоти на підігрівання субстрату. Визначення потужності електрообладнання на забезпечення технологічних операцій біогазової установки.

Розділ 6. Конструювання геотермальних установок.

Тема 6.1 Структурні схеми геотермальних установок. Характеристика термальних вод. Варіанти побудови геотермальних установок.

Тема 6.2 Розрахунок складових геотермальних установок. Визначення параметрів теплообмінної системи. Вибір потужності насосного обладнання геотермальної установки.

4. Навчальні матеріали та ресурси

ОСНОВНА ЛІТЕРАТУРА

1. Кудря С.О., Головки В.М. Основи конструювання енергоустановок з відновлюваними джерелами енергії – Київ: НТУУ «КПІ», 2011– 182с.
2. С.О.Кудря/ Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії: підруч. – Київ: НТУУ «КПІ» - 2012 – 492 с.
3. Відновлювані джерела енергії / За заг. ред. С.О. Кудрі. – Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2020. – 392 с. (https://www.ive.org.ua/wp-content/uploads/Monografia_final_21.12.2020.pdf)
4. Основи вітроенергетики / Г. Півняк, Ф. Шкрабець, Н. Нойбергер, Д. Ципленков - Підручник. – Дніпро: М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Д.: НГУ, 2015. – 335 с.
5. Вишневецький В.І., Куций А.В. Багаторічні зміни водного режиму річок України, Київ, Наукова думка, с.252, 2022.
6. Розвиток і використання біоенергетичного потенціалу сільськогосподарських підприємств : монографія / О. Ю. Єрмаков, В. В. Мельниченко. - К. : ЦП «Компринт» , 2019. - 237 с.

ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА

1. Визначення економічної ефективності капітальних вкладень в енергетику. Методика. Загальні методичні положення. Міненерго України ГКД 340.000.001-95, -К.:1995.-34с.
2. ДСТУ 3896-99 Вітроенергетичні установки та вітроелектричні станції. Терміни та визначення. – К.: Держстандарт України,1999.-21с.
3. ДСТУ 2275-93 Енергоощадність. Нетрадиційні та поновлювані джерела енергії. Терміни та визначення. –К.: Держстандарт України, 1994.-52с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
Розділ 1. Вступ до курсу.	
1	Тема 1.1 Принципи конструювання. Мета та задачі конструювання. Економічні засади конструювання. Поняття корисної віддачі та довговічності. Експлуатаційна надійність. Література: [1]
2	Тема 1.2 Загальні правила та методичні положення конструювання. Уніфікація виробничих рішень. Утворення номенклатури та рядів об'єктів виробництва. Поняття технічної пропозиції, ескізного проекту, технічного проекту, робочої конструкторської документації. Література: [1]

	Розділ 2. Конструювання вітроенергетичних установок.
3	Тема 2.1 Загальна побудова систем вітроенергетичних установок. Складові вітроенергетичних установок. Вихідні положення до розрахунку вітроенергетичних установок Література: [1], [2], [3], [4]
4	Тема 2.2 Аеродинамічний розрахунок вітроустановок. Визначення геометричних параметрів ротора. Вибір профілю лопатей. Література: [1], [4]
5	Тема 2.3 Визначення навантаження на складові елементи вітроенергетичних установок. Визначення навантаження при різних видах регулювання вітроустановок. Опори вітроустановок. Література: [1], [4]
6	Тема 2.4 Схеми генерування електроенергії вітроустановками. Типи схем, за якими будуються сучасні вітроелектричні установки. Робота вітроелектричних установок з асинхронними та синхронними генераторами. Література: [1], [3], [4]
	Розділ 3. Конструювання сонячних енергетичних установок.
7	Тема 3.1 Загальний підхід до побудови теплових сонячних енергоустановок. Класифікація сонячних енергоустановок. Варіанти структурних схем побудови сонячних енергоустановок. Балансові рівняння одно та двоконтурних схем. Література: [1], [2], [3],
8	Тема 3.2 Оцінка параметрів енергії сонячної радіації. Визначення періодів доцільного використання енергії сонячної радіації. Оцінка надходження енергії сонячної радіації на похилу поверхню. Визначення кута нахилу колекторів до горизонту. Література: [1], [2], [3],
9	Тема 3.3 Розрахунок параметрів основних вузлів сонячних енергоустановок. Визначення площі сонячних колекторів. Визначення місткості акумуляторів. Порівняльний аналіз одно та двоконтурних систем за продуктивністю. Література: [1], [2]
10	Тема 3.4 Фотоелектричні батареї. Розрахунок параметрів фотоелектричних перетворювачів Література: [1].
	Розділ 4. Конструювання малих гідроелектростанцій
11	Тема 4.1 Основні схеми та склад споруд гідроелектростанцій. Класифікація гідроелектростанцій. Дериваційні та гребельні гідроелектростанції. Компановка гідровузла станції. Література: [1], [2], [3], [5]
12	Тема 4.2 Гідрологічні та гідроенергетичні розрахунки. Вимірювання рівня води. Методи оцінки норм стоків. Вибір розрахункового напору. Вибір встановленої потужності та числа агрегатів. Література: [1], [5]
13	Тема 4.3 Турбіни гідроелектростанцій. Тема 4.4 Основне електрообладнання гідроелектростанцій. Типи гідравлічних турбін. Вибір конструкції та розмірів. Генераторні установки. Питання автоматизації гідроелектростанцій. Література: [1], [2]
	Розділ 5. Конструювання біогазових установок.
14	Тема 5.1 Типи та структурні схеми біогазових систем. Біофізичні процеси біогазових установок. Компановка біогазової установки. Література: [1], [2], [3], [6]
15, 16	Тема 5.2 Розрахунок основних блоків біогазових установок. Визначення об'єму реактора. Розрахунок кількості теплоти на підігрівання субстрату. Визначення потужності електрообладнання на забезпечення технологічних операцій біогазової установки.

	<i>Література: [1], [6]</i>
	Розділ 6. Конструювання геотермальних установок.
17	Тема 6.1 Структурні схеми геотермальних установок. Характеристика термальних вод. Варіанти побудови геотермальних установок. <i>Література: [1], [2], [3]</i>
18	Тема 6.2 Розрахунок складових геотермальних установок. Визначення параметрів теплообмінної системи. Вибір потужності насосного обладнання геотермальної установки. <i>Література: [1]</i>

Практичні заняття

№	Короткий зміст практичного заняття
1	Визначення параметрів ротора вітроенергетичної установки. Розрахунок параметрів лопаті вітроенергетичної установки.
2	Визначення навантаження при регулюванні вітроенергетичної установки. Розрахунок опор вітроенергетичної установки.
3	Визначення потужності генератора вітроенергетичної установки.
4	Розрахунок параметрів одноконтурних і двоконтурних сонячних енергетичних установок. Розрахунок місткості сонячних енергетичних установок. Визначення параметрів установок для інтенсифікації теплообміну
5	Розрахунок параметрів фотоелектричних перетворювачів.
6	Методичні положення оцінки гідрологічних показників водотоку. Вибір встановленої потужності та числа агрегатів гідроелектростанції.
7	Вибір турбін для гідроелектростанції. Розрахунок генераторного блоку гідроелектростанції.
8	Розрахунок об'єму реактора біогазової установки. Теплотехнічні розрахунки біогазової установки.
9	Розрахунок теплообмінників геотермальних установок. Розрахунок електротехнічного обладнання геотермальних установок.

6. Самостійна робота студента/аспіранта

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять, вивчення лекційного матеріалу	18
2	Розв'язання задач, які розглядались на практичному занятті	26
3	Підготовка до модульної контрольної роботи	4
	Виконання розрахункової роботи	12
4	Підготовка до заліку	6

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- правила відвідування занять: відповідно до Наказу 1-273 від 14.09.2020 р. заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях. Виконання розрахункової роботи є обов'язковою умовою допуску до заліку.
- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-дискі викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі classroom.google здійснюється за умови вказівки викладача;

- правила захисту індивідуальних практичних завдань: захист домашнього практичного завдання з дисципліни здійснюється індивідуально і лише у випадку, коли студент не погоджується із нарахованими балами за результатами його перевірки (за умови дотримання календарного плану його виконання);
- правила захисту розрахункової роботи: захист розрахункової роботи з дисципліни здійснюється індивідуально за вимогою викладача, або у випадку, коли студент не погоджується із нарахованими балами за результатами перевірки РР (за умови дотримання календарного плану виконання РР). Виконання РР є обов'язковим для допуску до заліку.;
- правила призначення заохочувальних балів: заохочувальні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали.
- політика дедлайнів та перескладань: якщо студент не проходив або не з'явився на МКР, його результат оцінюється у 0 балів. За умови написання студентом модульної контрольної роботи перескладання результатів МКР не передбачено
- політика щодо академічної доброчесності: Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf> встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни «Основи конструювання установок з ВДЕка»;
- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соц.мережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

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

Поточний контроль: експрес-опитування та розв'язання задач на практичних заняттях, виконання домашніх практичних завдань, модульна контрольна робота (МКР), розрахункова робота (РР).

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу студента не менше 50% від максимально можливого на час атестації.

Семестровий контроль: залік.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

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

Рейтинг студентів з дисципліни складається з балів, отриманих за виконання таких робіт:

- експрес-опитування та виконання завдань на практичних заняттях;
- виконання розрахункової роботи
- написання модульної контрольної роботи

Експрес-опитування	Розрахункова робота	Модульна контрольна робота	Сумарний рейтинг за семестр	Залік
30	40	30	100	100

Система рейтингових (вагових) балів та критеріїв оцінювання:

1. Експрес-опитування.

Після вивчення кожного розділу на практичних заняттях проводяться письмові експрес-опитування студентів по контрольних питаннях, які наведені в навчальному посібнику.

Ваговий бал – 6. Максимальна кількість балів $6 \times 5 = 30$ балів.

Критерій оцінювання:

- правильна і вичерпна відповідь на питання – 5 балів;
- у відповіді допущені незначні помилки – 3...4 бали;
- суттєві помилки або неправильна відповідь – 0..2 бали.

2. Написання модульної контрольної роботи

Ваговий бал – 30 балів.

Критерії оцінювання:

- вірно вирішення завдань контрольної роботи, вірні відповіді на запитання – 30 балів;
- вирішення завдань з незначними помилками, володіння окремими розділами теми роботи – 15...29 бали;
- невиконані завдання, неправильні відповіді – 0...14 балів.

3. Виконання та захист розрахункової роботи.

Ваговий бал – 40. Максимальна кількість балів за виконану та захищену розрахункову роботу дорівнює $40 \times 1 = 40$ балів.

Критерії оцінювання:

- правильне виконання завдань розрахункової роботи, вільне володіння матеріалом роботи, відповідь на запитання – 35...40 балів;
- виконання завдань з незначними помилками, володіння окремими розділами теми роботи – 15...34 бали;
- неправильне виконання завдань, неправильні відповіді на питання по розрахунковій роботі – 0...15 балів.

4. Календарний контроль

Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу студента не менше 50% від максимально можливого на час атестації. Бал, необхідний для отримання позитивного календарного контролю доноситься до студентів викладачем не пізніше ніж за 2 тижні до початку календарного контролю.

5. Семестровий контроль: залік

Максимальна сума балів за роботу у семестрі складає **100 балів**.

Умови допуску до заліку: виконання розрахункової роботи, семестровий рейтинг не менше 30 балів. Студенти, які протягом семестру не набрали 60 балів або бажають підвищити свою оцінку виконують залікову контрольну роботу за тематикою кредитного модуля, при цьому стартовий рейтинг студента скасовується, а оцінка за залікову контрольну роботу є підсумковою за дисципліну.

Залікове завдання містить 3 залікових питання, які визначаються викладачем і відповідають переліку питань, наведеному у Додатку 1 до силабусу.

Ваговий бал залікової роботи – **100**

Розмір шкали рейтингу $R=100$ балів.

Розмір стартової шкали $R_c=60$ балів.

Розмір залікової шкали $R_e=40$ балів.

Умови позитивної проміжної атестації

- Для отримання «зараховано» з першої проміжної атестації (8 тиждень) студент матиме не менш ніж 15 балів (за умови, якщо на початок 8 тижня згідно з календарним планом контрольних заходів «ідеальний» студент має отримати 30 балів).
- Для отримання «зараховано» з другої проміжної атестації (14 тиждень) студент матиме не менш ніж 30 балів (за умови, якщо на початок 14 тижня згідно з календарним планом контрольних заходів «ідеальний» студент має отримати 60 балів).

Семестровий контроль: залік

Умови допуску до заліку: написання всіх модульних контрольних робіт, а також стартовий рейтинг більше 30 балів.

Критерії залікового оцінювання:

- *вичерпні відповіді на всі питання залікового білету, а також на додаткові питання, чітке визначення всіх понять; величин – 40 балів;*
- *в деяких відповідях мають місце певні неточності – 35-30 балів;*
- *допускаються окремі помилки, але їх можливо виправити за допомогою викладача, має місце знання основних понять і величин – 20-15 балів;*
- *припускаються суттєві помилки, непорозуміння основних понять по суті фізичних процесів – 5 балів.*

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на залік.

1. *Задачі конструювання та його економічні засади.*
2. *Поняття корисної віддачі, довговічності та експлуатаційної надійності.*
3. *Уніфікація виробничих рішень*
4. *Утворення номенклатури та рядів об'єктів виробництва.*
5. *Загальні правила та методичні положення конструювання.*
6. *Загальна побудова систем вітроенергетичних установок.*
7. *Аеродинамічний розрахунок ротора вітроустановки.*
8. *Визначення навантажень на елементи систем регулювання вітроустановок.*
9. *Розрахунок опори вітроустановок.*
10. *Схеми генерування електричної енергії та вибір генератора вітроустановками.*
11. *Напрямки використання енергії сонячної радіації.*
12. *Побудова теплових сонячних енергетичних установок.*
13. *Розрахунок фотоелектричних перетворювачів.*
14. *Основні схеми та склад споруд малих гідроелектростанцій.*
15. *Основні стадії проектування малих гідроелектростанцій.*
16. *Гідрологічні розрахунки при конструюванні малих гідроелектростанцій*
17. *Гідроенергетичні розрахунки при конструюванні малих гідроелектростанцій*
18. *Турбіни малих гідроелектростанцій. Активні турбіни.*
19. *Турбіни малих гідроелектростанцій. Реактивні турбіни*
20. *Вибір турбін гідроелектростанцій.*
21. *Електрообладнання малих гідроелектростанцій.*
22. *Автоматизація малих гідроелектростанцій.*
23. *Технологічна схема біогазової установки. Збирання та підготовка сировини*
24. *Метанове бродіння та розподіл продуктів ферментації.*
25. *Розрахунок основних блоків технологічного обладнання біогазових установок.*
26. *Структурні схеми геотермальних установок.*
27. *Розрахунок об'єму добутку термальної води для забезпечення теплового навантаження системи.*
28. *Розрахунок теплообмінного обладнання геотермальних установок.*

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено

професором кафедри відновлюваних джерел енергії, доктором технічних наук Головком В.М. та доцентом кафедри відновлюваних джерел енергії, канд. техн. наук Кириленко К.В.

Ухвалено кафедрою відновлюваних джерел енергії (протокол № 9 від 18.05.23)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 22.06.2023)