



НИЗЬКОПОТЕНЦІЙНІ ДЖЕРЕЛА 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	НЕТРАДИЦІЙНІ ТА ВІДНОВЛЮВАНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ
Статус дисципліни	<i>Варіативна</i>
Форма навчання	<i>Очна(денна)/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>III курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>120 години / 4 кредити ECTS (лекцій – 45, лабораторних занять – 9, практичних занять – 18, самостійна робота - 48)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/МКР /РГР/захист л.р.</i>
Розклад занять	<i>Лекційні заняття – 2,5 рази на два тижні; лабораторні заняття – 1 раз на чотири тижні; практичні заняття – 1 раз на два тижні</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н. Вишневська Юлія Павлівна</i> Практичні: <i>к.т.н. Вишневська Юлія Павлівна</i> Лабораторні: <i>к.т.н. Вишневська Юлія Павлівна</i> <i>Мельник Олександр Анатолійович</i>
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/NTk5OTc1NzExMTkx?hl=uk&cjc=45mt5hp https://discord.gg/bsuVrYy

Програманавчальної дисципліни

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

Програма навчальної дисципліни «Низькопотенційні джерела енергії» складена відповідно до освітньо-професійної програми «**Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії**» підготовки бакалавра з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Метою навчальної дисципліни є доповнення по формуванню у студентів наступних компетентностей:

K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. K05. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. K06. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми. K07. Здатність працювати в команді. K08. Здатність працювати автономно. K12. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки. 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. K24. Здатність використовувати нові технології в електроенергетиці, брати участь в модернізації та реконструкції електричного

обладнання, електричних машин та апаратів, електричних пристроїв, систем та комплексів традиційної та відновлюваної енергетики.

Предмет навчальної дисципліни - отримання, передача, перетворення і споживання енергії низькопотенційних джерел, розрахунок режимів роботи теплових насосів, проектні питання.

Програмні результати навчання:

ПРО4. Знати принципи роботи біоенергетичних, вітроенергетичних, гідроенергетичних та сонячних енергетичних установок. ПРО9. 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.

ПР13. Розуміти значення традиційної та відновлюваної енергетики для успішного економічного розвитку країни. ПР20. Знати існуючі підходи до проектування, виготовлення, випробувань та експлуатації обладнання та устаткування нетрадиційної та відновлюваної енергетики. ПР21. Знати методи і порядок проектування об'єктів нетрадиційної та відновлюваної енергетики. ПР22. Знати електрофізичні та теплотехнічні процеси і явища, що відбуваються в обладнанні та устаткуванні нетрадиційної та відновлюваної енергетики. ПР23. Знати існуючі конструкції обладнання та устаткування призначеного для перетворення енергії відновлюваних джерел в електричну та інші види енергій. ПР24. Знати методи вирівнювання електротехнічних характеристик обладнання та устаткування нетрадиційної та відновлюваної енергетики. ПР26. Знати фактори, що призводять до виникнення незворотних процесів в устаткуванні та обладнанні електричних станцій та об'єктів відновлюваної енергетики. ПР22. Знати електрофізичні та теплотехнічні процеси і явища, що відбуваються в обладнанні та устаткуванні нетрадиційної та відновлюваної енергетики.

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

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти: теоретичною базою дисциплін «Технічна термодинаміка», «Фізика», та «Тепломасообмін». Компетенції, знання та уміння, одержані в процесі вивчення кредитного модуля є необхідними для подальшого вивчення дисциплін «Перетворення та акумулювання енергії відновлюваних джерел енергії», «Комплексне використання відновлюваних джерел енергії».

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліну структурно розподілено на **5 розділів**, а саме:

- 1. Загальні основи низькопотенційних джерел енергії**, до якого ввійшли термінологічні та номенклатурні питання низько потенційних джерел енергії та перетворення енергії вітрових хвиль та зибу.
- 2. Використання низькопотенційних джерел та принципи підвищення потенціалу тепла**, до якого ввійшли питання визначення та призначення трансформаторів теплоти. Принцип дії термомеханічних та електромагнітних систем. Компресійні, абсорбційні, адсорбційні, компресійно-резорбційні та струменеві трансформатори теплоти. Трансформатори теплоти з циклічними процесами, з квазіциклічними процесами та з нециклічними процесами, ексергетичний метод аналізу.

3. **Парорідинні компресійні трансформатори тепла. Холодильні та теплонасосні установки**, до якого ввійшли питання визначення питомих енергозатрат та ККД трансформаторів теплоти різниця між ідеальними та реальними компресійними трансформаторами теплоти, робота дрoселя, внутрішнє охолодження, методика розрахунку трансформаторів теплоти, поняття недогріву в теплообмінниках.
4. **Термогазодинамічні основи процесів стиснення та розширення газів. Тепломасообмінні апарати**, до якого ввійшли питання, що описують роботу нагнітальних та розширювальних машин, принцип дії об'ємних машин, принцип роботи мембранного, ротаційного та скролового компресорів. Турбокомпресори та турбодетандери. Конструкція кожухотрубних, пластинчатих та повітряно-рідинних теплообмінників.
5. **Низькопотенційні джерела енергії та методики їх відбору**, до якого ввійшли питання вибору обладнання теплонасосних та холодильних установок, визначення потужності холодної та теплонасосних установок, річний графік теплового навантаження. Частка покриття теплового навантаження тепло насосним обладнанням.,.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. *Теплові насоси: основи теорії і розрахунку : навчальний посібник / В. М. Арсеньєв, С. С. Мелейчук. – Суми : Сумський державний університет, 2018. – 364 с. ISBN 978-966-657-740-8.*
2. *Низькопотенційні джерела енергії. Розрахунково-графічна робота [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Ю. П. Вишневська, О. В. Козачук. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,18 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 28 с. – Назва з екрана: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/53767>.*
3. *Низькопотенційні джерела енергії. Практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Ю. П. Вишневська. – Електронні текстові дані (1 файл: 1.86 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 43 с. – Назва з екрана: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/53430>*
4. *Холодильна техніка та технологія. Теплові насоси : навчальний посібник / О. П. Остапенко. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 123 с.*
5. *Г.М. Забарний, А.В. Шурчков. Енергетичний потенціал нетрадиційних джерел енергії України. К. 2002 - 211 с.*

Додаткові:

6. *Безродний М. К. Теплові насоси та їх використання [Текст] : навч. посіб. / М. К. Безродний, І. І. Пуховий, Д. С. Кутра. – К.: НТУУ «КПІ», 2013. – 312с. 24.*
7. *Холодильні установки та теплові насоси. Структурні схеми систем, схеми трубопроводів та функціональні схеми. Кресленики та позначки (EN 1861:1998, IDT) [Текст] / пер. і наук.-техн. ред. Л. Вовк [та ін.]. – Вид. офіц. – Чинний від 01.10.2006. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – IV, 28 с.*
8. *ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціювання. МінрегіонУкраїни. К. 2013, 232 с.*
9. *Традиційні та нетрадиційні системи енергозабезпечення урбанізованих і промислових територій України. Монографія. Під заг. редакцією Г.Г. Півняка. Дніпропетровськ. НГУ. 2013, 331с.*

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Лекційні заняття

№	Назва теми лекції та перелік основних питань
---	--

з/п	(перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
1	<p>Вступ до дисципліни «Низькопотенційні джерела енергії». Типи низькопотенційних джерел енергій та можливість їх використання. Види низькопотенційних джерел та їх температурний рівень.</p> <p>літературні джерела [1];</p> <p>дистанційний курс «Низькопотенційні джерела енергії» лекція 1</p> <p>https://discord.gg/bsuVrYy</p> <p>https://classroom.google.com/c/NTk5OTc1NzExMTkx?hl=uk&cjc=45mt5hp</p>
2-3	<p>Перетворення енергії вітрових хвиль та зйбу. Енергетичний потенціал хвиль. Класифікація хвильових перетворювачів. Точкові перетворювачі. Гідропневматичні перетворювачі. Хвильові насоси. Варіанти базування хвильових електростанцій. Берегові електростанції. Неберегові електростанції.</p> <p>літературні джерела [1];</p> <p>дистанційний курс «Низькопотенційні джерела енергії» лекція 2-3</p> <p>https://discord.gg/bsuVrYy</p> <p>https://classroom.google.com/c/NTk5OTc1NzExMTkx?hl=uk&cjc=45mt5hp</p>
4-5	<p>Визначення та призначення трансформаторів теплоти. Основні схеми. Принцип дії термомеханічних та електромагнітних систем. Компресійні, абсорбційні, адсорбційні, компресійно-резорбційні та струменеві трансформатори теплоти. Трансформатори теплоти з циклічними процесами, з квазіциклічними процесами та з нециклічними процесами.</p> <p>літературні джерела [1, 3].</p> <p>дистанційний курс «Низькопотенційні джерела енергії» лекція 4-5</p> <p>https://discord.gg/bsuVrYy</p> <p>https://classroom.google.com/c/NTk5OTc1NzExMTkx?hl=uk&cjc=45mt5hp</p>
6-7	<p>Каскадні та регенеративні трансформатори теплоти. Принцип дії каскадних трансформаторів теплоти. Принцип дії регенеративних трансформаторів теплоти. Цикли що використовуються при великих перепадах тиску або великих перепадах температур. Зворотній цикл Карно та використання регенерації теплоти в циклі. Цикл Стірлінга. Цикл Ерлінксона.</p> <p>літературні джерела [1, 3].</p> <p>дистанційний курс «Низькопотенційні джерела енергії» лекція 6-7</p> <p>https://discord.gg/bsuVrYy</p> <p>https://classroom.google.com/c/NTk5OTc1NzExMTkx?hl=uk&cjc=45mt5hp</p>
8-9	<p>Ексергетичний метод аналізу систем трансформацій теплоти. Визначення значень ексергії. Ексергія потоку речовини. Термічна складова потоку речовини. Механічна складова потоку речовини. Ексергетичний баланс системи. Основні термодинамічні залежності систем трансформацій теплоти. Характер змін питомих ексергетичних затрат.</p> <p>літературні джерела [1, 3].</p> <p>дистанційний курс «Низькопотенційні джерела енергії» лекція 8-9</p> <p>https://discord.gg/bsuVrYy</p> <p>https://classroom.google.com/c/NTk5OTc1NzExMTkx?hl=uk&cjc=45mt5hp</p>
10	<p>Загальна характеристика холодоагентів, кріоагентів, теплоносіїв та холодоносіїв. Холодоагенти. Кріоагенти. Абсорбційні пари. Вода. Основні властивості кріоагентів та холодоагентів.</p> <p>літературні джерела [1, 3].</p> <p>дистанційний курс «Низькопотенційні джерела енергії» лекція 10</p> <p>https://discord.gg/bsuVrYy</p> <p>https://classroom.google.com/c/NTk5OTc1NzExMTkx?hl=uk&cjc=45mt5hp</p>
11-14	<p>Парорідинні компресійні трансформатори теплоти. Холодильні та теплонасосні установки. Питомі енергозатрати та ККД трансформаторів теплоти. Різниця між ідеальними та реальними компресійними трансформаторами теплоти. Робота дроселя, внутрішнє охолодження. Перегрів пари перед компресором. Переохолодження конденсату фреону перед дроселем. Методика розрахунку трансформаторів теплоти. Визначення тиску випаровування та конденсації. Переохолодження конденсату в залежності від режиму роботи установки. Поняття недогріву в теплообмінниках. Визначення потужності випаровувача, конденсатора та компресора. Масова та об'ємна витрати робочого тіла.</p> <p>літературні джерела [1].</p> <p>дистанційний курс «Низькопотенційні джерела енергії» лекція 11-14</p>

	<p>https://discord.gg/bsuVrYy https://classroom.google.com/c/NTk5OTc1NzExMTkx?hl=uk&cjc=45mt5hp</p>
15-17	<p>Термогазодинамічні основи процесів стиснення та розширення газів. Класифікація нагнітальних та розширювальних машин. Нагнітальні машини. Компресори. Вентилятори. Насоси. Розширювальні машини. Детандери. Компресори об'ємної дії. Компресори кінетичної дії. Поршневі компресори. Мембранні компресори. Гвинтові компресори. Ротаційні компресори. Скоролові компресори. Турбокомпресори.</p> <p>Принцип дії об'ємних машин. Конструкція поршневих компресорів різного типу. Методи розвантажування валу електродвигуна при роботі поршневих компресорів. Принцип роботи мембранного, ротаційного та скоролового компресорів. Турбокомпресори та турбодетандери.</p> <p>літературні джерела [1].</p> <p>дистанційний курс «Низькопотенційні джерела енергії» лекція 15-18</p> <p>https://discord.gg/bsuVrYy https://classroom.google.com/c/NTk5OTc1NzExMTkx?hl=uk&cjc=45mt5hp</p>
18	<p>Тепломасообмінні апарати. Класифікація тепломасообмінних апаратів та їх конструкції. Регенеративні та рекуперативні теплообмінні апарати. Змішувальні та контактні теплообмінники. Кожухотрубні теплообмінники. Пластинчаті теплообмінники. Повітряні теплообмінники. Принцип дії регенеративних та рекуперативних теплообмінників. Конструкція кожухотрубних, пластинчатих та повітряно-рідинних теплообмінників.</p> <p>літературні джерела [1].</p> <p>дистанційний курс «Низькопотенційні джерела енергії» лекція 19-20</p> <p>https://discord.gg/bsuVrYy https://classroom.google.com/c/NTk5OTc1NzExMTkx?hl=uk&cjc=45mt5hp</p>
19	<p>Розрахунок тепломасообмінних апаратів. Методика розрахунку теплообмінників. Нормативний коефіцієнт теплопередачі для різних типів теплообміну та типів теплоносія. Забруднення поверхні теплообміну. Послідовність розрахунку теплообмінника. Поняття коефіцієнту тепловіддачі. Нормативні коефіцієнти теплопередачі для різних середовищ та режимів течії теплоносія. Критеріальні рівняння Нусельта та коефіцієнт тепловіддачі для різних умов теплообміну.</p> <p>літературні джерела [1].</p> <p>дистанційний курс «Низькопотенційні джерела енергії» лекція 21-22</p> <p>https://discord.gg/bsuVrYy https://classroom.google.com/c/NTk5OTc1NzExMTkx?hl=uk&cjc=45mt5hp</p>
20	<p>Енергія ґрунту. Вертикальні ґрунтові свердловини. Горизонтальні ґрунтові колектори. Градієнт температур по висоті в ґрунті. Типи ґрунтів та їх теплопровідність. Конструкція та принцип роботи вертикальних ґрунтових колекторів. Градієнт температури навколо ґрунтового колектора під час його роботи. Відновлення ґрунту. Принцип закладки горизонтальних колекторів. Промерзання ґрунту та його відновлення. Відстані між трубами та їх діаметр.</p> <p>літературні джерела [1, 2].</p> <p>дистанційний курс «Низькопотенційні джерела енергії» лекція 23-24</p> <p>https://discord.gg/bsuVrYy https://classroom.google.com/c/NTk5OTc1NzExMTkx?hl=uk&cjc=45mt5hp</p>
21	<p>Енергія води. Енергія ґрунтових вод. Енергія річок. Горизонтальні водяні колектори. Енергія стічних вод. Особливості використання енергії води. Відбір теплоти від води та річок. Використання ґрунтових колекторів. Відбір теплоти від стічних вод.</p> <p>літературні джерела [1, 2].</p> <p>дистанційний курс «Низькопотенційні джерела енергії» лекція 25</p> <p>https://discord.gg/bsuVrYy https://classroom.google.com/c/NTk5OTc1NzExMTkx?hl=uk&cjc=45mt5hp</p>
22	<p>Енергія повітря. Використання повітря як тепловіддавача та теплоприймача. Властивості повітря. Іd-діаграма повітря. Особливості використання повітря як джерела теплоти. Річна зміна температури навколишнього середовища та теплоспоживання. Конструкція повітряно-рідинних теплообмінників. Основні характеристики повітря. Принцип побудови Іd-діаграми вологого повітря.</p> <p>літературні джерела [1].</p> <p>дистанційний курс «Низькопотенційні джерела енергії» лекція 26</p> <p>https://discord.gg/bsuVrYy https://classroom.google.com/c/NTk5OTc1NzExMTkx?hl=uk&cjc=45mt5hp</p>

23	<p><i>Вибір обладнання теплонасосних та холодильних установок. Визначення потужності холодильної та теплонасосних установок. Річний графік теплового навантаження. Частка покриття теплового навантаження тепло насосним обладнанням.</i></p> <p><i>літературні джерела [1].</i></p> <p><i>дистанційний курс «Низькопотенційні джерела енергії» лекція 27</i></p> <p>https://discord.gg/bsuVrYy</p> <p>https://classroom.google.com/c/NTk5OTc1NzExMTkx?hl=uk&cjc=45mt5hp</p>
----	---

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1,2	Методика розрахунку парокомпресійного теплового насоса [1, 3]. Визначення термодинамічних параметрів циклу. Розв'язання задач. Розв'язання задач. дистанційний курс «Низькопотенційні джерела енергії» підбірка задач за темою 1,2 https://discord.gg/bsuVrYy https://classroom.google.com/c/NTk5OTc1NzExMTkx?hl=uk&cjc=45mt5hp
3, 4	Визначення показників енергетичної ефективності циклу. Ексергетичні розрахунки схеми. Розв'язання задач. літературні джерела [1, 3]. дистанційний курс «Низькопотенційні джерела енергії» підбірка задач за темою 3,4 https://discord.gg/bsuVrYy https://classroom.google.com/c/NTk5OTc1NzExMTkx?hl=uk&cjc=45mt5hp
5, 6	Розрахунок парокомпресійного теплового насоса з регенератором теплоти та з регенерацією теплоти та пере охолоджувачем. Розв'язання задач. літературні джерела [1, 3]. дистанційний курс «Низькопотенційні джерела енергії» підбірка задач за темою 5,6 https://discord.gg/bsuVrYy https://classroom.google.com/c/NTk5OTc1NzExMTkx?hl=uk&cjc=45mt5hp
7,8	Використання програмного продукту Solkape. Розв'язання задач. літературні джерела [1, 3]. дистанційний курс «Низькопотенційні джерела енергії» підбірка задач за темою 7 https://discord.gg/bsuVrYy https://classroom.google.com/c/NTk5OTc1NzExMTkx?hl=uk&cjc=45mt5hp
9	Розрахунок теплового навантаження [1, 3]. дистанційний курс «Низькопотенційні джерела енергії» підбірка задач за темою 8-9 https://discord.gg/bsuVrYy https://classroom.google.com/c/NTk5OTc1NzExMTkx?hl=uk&cjc=45mt5hp

Лабораторні роботи

№ з/п	Короткий зміст лабораторної роботи
1	ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВИХ ВТРАТ БУДІВЛІ (Лабораторна робота №1) Мета роботи – визначення теплових втрат будівлі корпусу №20. Програма проведення і опрацювання результатів досліджень: 1. За допомогою тепловізора провести вимірювання теплових втрат через світлопрозорі покриття та стіни. Література: [1, 2]. дистанційний курс «Низькопотенційні джерела енергії» https://discord.gg/bsuVrYy https://classroom.google.com/c/NTk5OTc1NzExMTkx?hl=uk&cjc=45mt5hp
2	ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ ТЕПЛОВОГО НАСОСА ТА ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ПЕРЕТВОРЕННЯ (Лабораторна робота №2) Мета роботи – визначення впливу температури навколишнього середовища на ефективність роботи теплового насоса. Програма проведення і опрацювання результатів досліджень: 1. Ввімкнути тепловий насос (перемикач на його панелі управління). 2. Зняти початкові покази лічильника теплової енергії Q_n і електролічильника SW_n і занести їх в таблицю. 3. Після закінчення відрізка часу, зазначеного викладачем, знову зняти покази лічильника теплової енергії Q_k і електро- лічильника SW_k і занести в таблицю. 4. Щоб отримати додаткові дані, можна провести серію таких же експериментів, змінюючи температуру повітря $T_{вх}$. Література: [1, 2].

	<p>дистанційний курс «Низькопотенційні джерела енергії» https://discord.gg/bsuVrYy https://classroom.google.com/c/NTk5OTc1NzExMTkx?hl=uk&cjc=45mt5hp</p>
3	<p>ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕПЛООВОГО НАСОСА НА ОСНОВІ ЕЛЕМЕНТА ПЕЛЬТЬЄ (Лабораторна робота №3)</p> <p>Мета роботи – визначення параметрів теплового насоса на основі елемента Пельтьє. Програма проведення і опрацювання результатів досліджень:</p> <p>1. Перед початком досліду, здійснюється вимірювання температури води у ємності. 2. Після подачі живлення, кожні 30 секунд здійснюються вимірювання температури води та фіксується значення величини струму. Дослід припиняється при досягненні зниження температури води на 8 градусів за Цельсієм. Література: [1]</p> <p>дистанційний курс «Низькопотенційні джерела енергії» https://discord.gg/bsuVrYy https://classroom.google.com/c/NTk5OTc1NzExMTkx?hl=uk&cjc=45mt5hp</p>
4	<p>ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ НА ОСНОВІ ЕЛЕМЕНТА ПЕЛЬТЬЄ (Лабораторна робота №4)</p> <p>Мета роботи – визначення параметрів холодильної установки на основі елемента Пельтьє. Програма проведення і опрацювання результатів досліджень:</p> <p>1. До початку досліду, здійснюється вимірювання температури води у ємності. 2. Після подачі живлення, кожних 10 секунд здійснюються вимірювання температури води та фіксується значення величини струму. Дослід припиняється при досягненні підвищення температури води на 10 градусів Цельсія. Література: [1]</p> <p>дистанційний курс «Низькопотенційні джерела енергії» https://discord.gg/bsuVrYy https://classroom.google.com/c/NTk5OTc1NzExMTkx?hl=uk&cjc=45mt5hp</p>

6. Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять	8
2	Проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на лабораторних заняттях	8
3	Розв'язок задач	9
4	Виконання розрахунково-графічної роботи	15
5	Підготовка до МКР	2
6	Підготовка до заліку	6
	ВСЬОГО	48

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

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. Відпрацювання лабораторних робіт з дисципліни 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 PCO дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Discord здійснюється за умови вказівки викладача;
- правила захисту лабораторних робіт: допускається як індивідуальний захист лабораторних робіт, так і колективний (у складі бригади, склад якої визначають на першому лабораторному занятті). В обох випадках оцінюють індивідуальні відповіді кожного студента.
- правила захисту індивідуальних завдань: захист розрахунково-графічної роботи з дисципліни здійснюється індивідуально;
- правила призначення заохочувальних балів: заохочувальні бали не входять до основної шкали PCO, 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. Перескладання захисту лабораторних робіт та 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 «Низькопотенційні джерела енергії»;
- 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 (PCO)

Поточний контроль: експрес-опитування, МКР, розв'язання задач

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: залік

Умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за розрахунково-графічну роботу, зарахування усіх лабораторних робіт, семестровий рейтинг більше 30 балів.

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

Загальна рейтингова оцінка студента після завершення семестру складається з балів, отриманих за:

- розв'язання задач на практичних заняттях;
- виконання та захист чотирьох лабораторних робіт;
- виконання індивідуальної роботи (РГР);
- виконання двох контрольних робіт у рамках модульної контрольної роботи (МКР).

Лаб. роботи	ПЗ	РГР	МКР	Рс	Рзал
36	10	24	30	100	100

Виконання та захист лабораторних робіт

Ваговий бал – 9.

Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи дорівнює $9 \times 4 = 36$ балів.

Критерії оцінювання

- повне виконання експериментальної частини роботи, точна обробка експериментальних даних, якісне оформлення протоколу і повна відповідь при захисті роботи – 9 балів;
- обробка експериментальних даних з незначними помилками або неякісне оформлення протоколу – 5 ... 8 балів;
- суттєві помилки в експериментальних даних але повне розуміння теми і матеріалу лабораторної роботи – 1 ... 4 балів;
- неповна або неточна відповідь при захисті роботи і погане оформлення протоколу – 0 балів;

Індивідуальне семестрове завдання (РГР)

Згідно з робочою навчальною програмою кожен студент виконує розрахунково-графічну роботу.

Максимальна кількість балів за виконання РГР – 24.

Критерії оцінювання

- повне, точне і вчасне виконання – 24 балів;
- розрахунок неточний є окремі несуттєві помилки – 12...24 балів;
- розрахунок неповний, є окремі суттєві помилки – 1...11 балів;
- розрахунок неправильний – 0 балів;
- на виконання РГР відводять 8 тижнів з моменту видачі завдання.

Модульна контрольна робота

Завдання кожної контрольної роботи складається з трьох питань.

Ваговий бал кожної частини МКР – 5.

Максимальний бал за дві МКР – $(5 * 3) * 2 = 30$.

Критерії оцінювання

- правильна відповідь на 3 питання – 15 балів;
- часткова відповідь на питання, наявність незначних помилок – 7-14 балів;
- відсутність відповіді – 0 балів.

Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу студента не менше 50% від максимально можливого на час атестації.

Критерії нарахування балів за практичне розрахункове завдання (задачу):

0-1 – задача не вирішувалася, або були використані формули з грубими помилками, або як такі, що не мають відношення щодо суті задачі;

2-3 – задача вирішувалася, але результуючої відповіді немає і в розв'язку наведені тільки загальні формули та міркування або допущені грубі помилки у використанні формул;

4-5 – задача вирішувалася, вказана вірна відповідь, але приведені тільки самі загальні формули та міркування;

6-7 – задача вирішена в загальному вигляді, вказана вірна відповідь, проте містить грубі помилки у розрахунках;

8-9 – задача вирішена в основному правильно, але без відповідних пояснень, або допущена незначна помилка (неточність);

10 – задача вирішена правильно з відповідними поясненнями.

Форма семестрового контролю – залік

Екзаменаційна робота складається з двох теоретичних запитань

Критерії оцінювання екзамену

Рейтинг $R_c \geq 0,6 \cdot R$, тобто 60 балів – зараховується автоматично.

Рейтинг R_c в межах $(0,4 - 0,59) \cdot R$, тобто 40 – 59 балів – студенти складають залік.

Максимальний рейтинг заліку $R_z = 40$ балів.

Рейтинг заліку $R_z = 33 - 40$ балів – студент дав вичерпні відповіді на всі питання (при необхідності – і на додаткові), дає чіткі визначення всіх понять і величин, відповіді логічні і послідовні.

Рейтинг заліку $R_z = 25 - 32$ балів – відповідаючи на питання, студент припускається окремих помилок, але може їх виправити за допомогою викладача; знає визначення основних понять і величин дисципліни, в цілому розуміє фізичну суть процесів в об'єктах, які вивчав.

Рейтинг заліку $R_z = 16 - 24$ балів – студент частково відповідає на залікові питання, показує знання, але недостатньо розуміє фізичну суть понять та процесів. Відповіді непослідовні і нечіткі.

Рейтинг заліку $R_z \leq 15$ балів – у відповіді студент припускається суттєвих помилок, проявляє нерозуміння фізичної суті процесів, не може виправити помилки за допомогою викладача. Відповіді некоректні, а в деяких випадках не відповідають суті поставленого питання.

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік тем, які виносяться на семестровий контроль

1. Види низькопотенційних джерел, їх температурний рівень та можливості їх використання.
2. Визначення, призначення та класифікація трансформаторів тепла.
3. Компресійні, абсорбційні та струменеві трансформатори тепла. Принцип дії термомеханічних та електромагнітних систем.
4. Трансформатори тепла з циклічними процесами.
5. Трансформатори тепла з квазіциклічними процесами.
6. Трансформатори тепла з нециклічними процесами.
7. Суть ексергетичного методу аналізу систем трансформації тепла. Визначення значень ексергії.
8. Ексергія потоку речовини. Термічна складова потоку речовини. Механічна складова потоку речовини.
9. Ексергетичний баланс системи. Основні термодинамічні залежності систем трансформацій тепла. Характер змін питомих ексергетичних затрат.
10. Загальна характеристика холодоагентів, кріоагентів теплоносіїв та холодоносіїв.
11. Холодоагенти. Кріоагенти. Абсорбційні пари.
12. Питомі енергозатрати та ККД трансформаторів тепла. Різниця між ідеальними та реальними компресійними трансформаторами тепла.
13. Питомі енергозатрати та ККД трансформаторів тепла. Робота дроселя, внутрішнє охолодження.
14. Питомі енергозатрати та ККД трансформаторів тепла. Перегрів пару перед компресором.
15. Питомі енергозатрати та ККД трансформаторів тепла. Переохолодження конденсату фреону перед дроселем.
16. Принцип дії об'ємних компресорів. Конструкція поршневих компресорів.
17. Принцип роботи мембранного ротаційного та скролового компресорів.
18. Принцип дії регенеративних та рекуперативних теплообмінників.
19. Змішувальні та контактні теплообмінники.
20. Кожухотрубні теплообмінники.
21. Пластинчаті теплообмінники.
22. Градієнт температур по висоті в ґрунті.
23. Поняття потужності теплового насоса та холодильної машини.
24. Потужність теплового насоса та холодильної машини в залежності від температурного потенціалу теплоприймача та тепловіддавача.
25. Принцип роботи абсорбційного трансформатора тепла.
26. Принцип роботи адсорбційного трансформатора тепла.

27. Принцип роботи компресійно-резорбційних теплових насосів.
28. Робочі агенти та абсорбенти трансформаторів тепла.
29. Різниця між ідеальними та реальними абсорбційними трансформаторами тепла.
30. Робота реального абсорбційного водо-аміачного трансформатора тепла.

Сертифікати проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою можуть бути зараховані за умови виконання вимог, наведених у НАКАЗІ № 7-177 від 01.10.2020 ПРО ЗАТВЕРДЖЕННЯ ПОЛОЖЕННЯ ПРО ВИЗНАННЯ В КПІ ІМ. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ, НАБУТИХ У НЕФОРМАЛЬНІЙ/ІНФОРМАЛЬНІЙ ОСВІТІ

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено старшим викладачем кафедри відновлюваних джерел енергії ФЕА, к.т.н. Вишневською Ю.П.
Ухвалено кафедрою відновлюваних джерел енергії ФЕА (протокол № 10 від 17.06.2022 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету¹ (протокол № 10 від 16.06.2022)

¹Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.