

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ім. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Теплоенергетичний факультет

Використання сонячної енергії та акумулювання енергії

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти -другий (Магістр науковий)
Галузь знань 14 Електрична інженерія
Спеціальність 144 Теплоенергетика
Освітня програма ОНП Теплоенергетика
Статус дисципліни Нормативна
Форма навчання очна(денна)/ очна(вечірня)
Рік підготовки, семестр 2 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни 4 кредити, 120 годин
Семестровий контроль/ контрольні заходи - залік
Розклад занять Лекційні заняття – один раз на 2тижні; практичні заняття – один раз на два тижні
Мова викладання Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів
Лектор -д.т.н, проф. Пуховий Іван Іванович , ivan@puh.com.ua
Практичні: д.т.н, проф.Пуховий І.І.
КУРСОВА РОБОТА 0 Пуховий І.І.

Програма навчальної дисципліни

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

Метою вивчення та засвоєння студентами навчальної дисципліни . студент має мати такі компетенції:

здатність виявляти наукову сутність енерго-екологічних проблем, знаходити адекватні шляхи щодо їх розв'язання;

здатність генерувати нові ідеї й нестандартні підходи до їх реалізації (креативність);

,

здатність на підставі аналізу статичних, динамічних навантажень і режимних характеристик розробляти оптимальні режими експлуатації, розробляти заходи і здійснювати модернізацію та реконструкцію обладнання, установок та систем з метою забезпечення високих показників енергетичної ефективності та екологічної чистоти у т.ч. з використанням сучасних новітніх засобів, пристроїв та технологій енергообміну у системах

здатність застосовувати сучасні комп'ютерні середовища,

Метою навчальної дисципліни є формування здатностей (компетентностей), які студент набуде після вивчення дисципліни:

ЗК1 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ФК2 Здатність усно і письмово презентувати та обговорювати результати наукових досліджень та/або інноваційних розробок .

ФК6 Здатність розуміти сучасні проблеми науково-технічного розвитку енергетики, знати сучасні технології енерго- та ресурсозбереження.

Згідно з вимогами освітньо-наукової програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі програмні результати навчання:

- Мати передові концептуальні та методологічні знання з теплоенергетики і на межі предметних галузей.

- Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази

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

Дисципліна належить до циклу професійно-практичної підготовки. Її забезпечують такі дисципліни: «Технічна термодинаміка», «Тепло- та массообмін», «Теплові електричні станції», «Джерела та системи теплопостачання», «Тепломассообмінні та холодильні установки» «Гідрогазодинаміка»,. Дисципліна належить до циклу дисциплін за вибором ВНЗ.

В свою чергу, дисципліна, що розглядається, доповнює дисципліни «Теплові електричні станції», «Джерела та системи теплопостачання», а також використовується при дослідженнях в магістерських роботах.

1. Мета та завдання кредитного модуля

2.1. Метою кредитного модуля є формування у студентів здатностей:

- проводити аналіз і вибір джерел енергопостачання з використанням сонячної енергії (СЕ) та акумуляторів при проектуванні теплоенергетичних об'єктів
- знати детальні теоретичні та практичні аспекти використання сонячної енергії для теплопостачання і в технологічних процесах; проводити розрахунки систем теплопостачання і вибір обладнання на промислових підприємствах, в громадських будівлях і в автономних об'єктах
- аналізувати вплив установок з використанням СЕ на довкілля і зменшення викидів шкідливих речовин в довкілля в інвестиційно-планувальній діяльності
- знати питомі цінові характеристики обладнання СУ і акумуляторів та виробленої енергії в порівнянні з традиційною енергетикою при проектній і інвестиційній діяльності

2.2.. Основні завдання кредитного модуля

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

1. Розрахунків теплових навантажень споживачів на опалення, вентиляцію і гаряче водопостачання.
2. Методики розрахунку встановленої потужності Методики розрахунку поверхні сонячних колекторів для ГВП з використанням показників орієнтації і хмарності.
3. Методики розрахунку температури рівновги сонячних колекторів і її використання.

4. Методики розрахунку фотоелектричних і термодинамічних електростанцій (системи сприймання сонячної енергії).
5. Методики розрахунку пасивних систем (продуктивність та ККД) та комбіноване використання низькопотенційної теплоти та сонячної енергії в пасивних системах сонячного опалення.
6. Використання сезонних і добових акумуляторів теплоти та годинних акумуляторів на термодинамічних СЕС.

уміння:

- виконання розрахунків систем пасивного сонячного опалення;
- проводити розрахунки площі і продуктивності сонячних колекторів для гарячого водопостачання, акумуляторів та поверхні концентраторів на СЕС.
- проведення натурних досліджень сонячних установок і теплових насосів.
- виконувати розрахунки теплових навантажень споживачів на опалення, вентиляцію і гаряче водопостачання.
- розраховувати поверхні сонячних колекторів для ГВП з використанням показників орієнтації і хмарності.
- підбирати акумулятори для ФЕП

досвід:

- дослідження характеристик сонячних колекторів та пасивних систем сонячного опалення.

2. Лекційні заняття - теми

1. Вступ. Структура курсу. Сонячна енергія

Розвиток науки про сонячну енергію. Характеристики сонячного випромінювання. Параметри сонячної енергії. Хмарність. Орієнтація колекторів СЕ. Завдання для самостійної роботи (СРС): Повторити матеріал курсів „Нетрадиційні джерела енергії „та «Теплові насоси» . Л.4.

2. Сонячні колектори. Водяні СК та їх розрахунки. Використання різних типів колекторів (з декількома вітражами, вакуумовані, без вітражів) в системах теплопостачання. Завдання на СРС: повторення матеріалу лекції

3. Системи ГВП з природною і штучною циркуляцією. Системи опалення активного типу. Використання СК для підігрівання води в басейнах. Завдання на СРС: Знайти в Інтернеті приклади сонячних басейнів. Л.3,4,5.

4. Повітряні колектори та пасивні системи сонячного опалення. Взаємодія з іншими традиційними і нетрадиційними системами опалення. Розрахунки систем. Сушіння сіна. Вентиляція. Л.3,5,6.

5. Використання сонячної енергії для приготування їжі, в установках з концентраторами для печей і термодинамічних електростанцій. Завдання на СРС: пошук в Інтернеті сонячних печей (ключ. слово Odeillo), термодинамічних електростанцій (ключ слова power solar, Centrale thermodynamique) – реферат.

6. Фотоелектричні перетворювачі та фотоелектричні електростанції. Завдання на СРС. Повторення матеріалу лекції і підготовка до контрольної роботи за розділами 1 і 2.

7. Сезонне, тижневе і добове акумулювання теплоти. Сезонне акумулювання сонячної енергії в ґрунті, водоносних горизонтах, скельних породах, ємностях. Використання теплових насосів в комплексі з установками акумулювання теплоти - система АТЕS. Завдання на СРС: Вивчити детально систему АТЕS за матеріалами Інтернету. Л. Інтернет

8. Акумулювання техногенних теплових видів енергії. Когенерація.

Ємнісні рідинні акумулятори для води, пари та інших речовин. А4 акумулятори СЕС. Акумулятори з твердим ТАМ. . Акумулювання з ночі на день при використанні нічного тарифу. Завдання на СРС: Повторення матеріалу лекції. Підготовка до заліку. Л.1.

9. Акумулятори на фазових переходах. Акумулювання льоду та снігу. Економічні характеристики акумулювання льоду і снігу. Акумулювання електроенергії. Виробництво водню, Акумулятори для ФЕП. Вимоги до заліку. Л.7

5. Практичні заняття

Практичні заняття проводяться з метою засвоєння матеріалу лекції та набуття навичок розрахунків.

Практичне заняття 1. Розрахунки ККД та температури рівноваги СК. Колектори без сакла та розрахунок нагрівання води в басейні влітку. Завдання для СРС. Домашня задача.

Практичне заняття 2. Пасивні сонячні системи опалення та їх розрахунок. Завдання на СРС. Домашня задача.

Практичне заняття 3. Розрахунок комбінованої пасивної системи з використанням низькопотенційної води (система ПХВ).

Завдання для СРС: Домашня задача.

Практичне заняття 4. Приготування їжі в сонячних печах і СК. Завдання для СРС. Розрахунки часу приготування їжі.

Завдання на СРС: підготовка до опитування.

Практичне заняття 5. Сонячна енергія для ТН. Завдання на СРС: повторення характеристик ТН.

Практичне заняття 6. Розрахунок акумулятора водонагрівальної сонячної установки. Завдання на СРС: Домашня задача.

Практичне заняття 7. Акумулятори з твердим ТАМ та їх розрахунок. Зберігання холоду і теплоти у водоносних горизонтах. Завдання на СРС: Підготовка до заліку.

Практичне заняття 8. Акумулювання льоду і снігу. Розрахунки танення льоду і теплоізоляції льодяних бунтів. Завдання на СРС: Підготовка до опитування. Завдання на СРС: Виконання і підготовка до здачі курсової роботи

Практичне заняття 9. Екскурсія на об'єкт з ФЕП. Заключне заняття . Залік.

7. Інформаційні ресурси

Інтернет Базова література

1. Левенберг В.Д.,Ткач М.Р., Гольстрем В.А. Аккумулирование тепла. Киев: Техніка.- 1991.- 112 с.
2. Различные области применения холода. Под ред Быкова А.В.- М: Агропромиздат.-1985.- 272 с.
3. Пуховой И.И. Разработка и тепловые расчеты систем солнечного отопления. Киев: КПИ, 1992.-22с.
4. Сиворакша В.Ю. та ін. Теплові розрахунки геліосистем. Вид.Дніпропетровського університету,2003, 124с.
5. Пуховий І.І. Метод. вказівки за спец. „Теплоенергетика” для пр. занять по курсам з відновл. дж. енергії. *”Розрахунки сонячних систем опалення та гарячого водопостачання”*. К: УВОІ „Допомога”.- 2012.-20 с. **12.2.**

Допоміжна

6. Рекомендации по проектированию зданий с пассивными системами солнечного отопления. Киев: КиевЗНИИЭП, 1989.-100с.
7. Кривцов В.С. и др.. Неисчерпаемая энергия. Харьков «ХАИ» .- 2006.- 642 с.

8. Зазначається система вимог, які викладач ставить:

- на заняттях дозволяється використання засобів зв'язку для пошуку інформації та виконання індивідуальних завдань;
- захист практичних завдань відбувається на практичному занятті у виділений для цього викладачем час;
- штрафні та заохочувальні бали:
-відсутність на практичному занятті без поважної причини- мінус 5 балів;
-несвоєчасне (пізніше ніж на тиждень) подання МКР- мінус 5 балів;
-участь в олімпіаді з дисципліни, розробка ситуаційних вправ, тестових завдань та задач з дисципліни, виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни надається від 5 до 10 заохочувальних балів.

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

Види контролю знань з дисципліни:

- відповіді на лекційних заняттях;
- відповіді на практичних заняттях;
- виконання завдань СРС;
- виконання МКР (дві частини);
- відповідь на екзамені – максимально 40 балів.

Рейтинг з дисципліни складається з балів, які він отримує за:

- 1) три відповіді в середньому кожного аспіранта на лекційних заняттях (на одному занятті опитуються приблизно 2 аспіранти; при середній чисельності

групи 10 осіб і двадцяти шести лекційних занять (52 години) отримуємо: $2 \times 13/10 = 3$ відповіді);

2) дві відповіді в середньому кожного аспіранта на практичних заняттях (на одному занятті опитуються приблизно 3 аспіранти; при середній чисельності групи 10 осіб і семи практичних занять (13 годин) отримуємо: $3 \times 7/10 = 2$ відповіді);

3) виконання завдань СРС;

4) виконання однієї МКР;

5) відповідь на екзамені – максимально 40 балів.

Система рейтингових балів та критерії оцінювання

1. Робота на лекційних заняттях

Ваговий бал — 3. Максимальна кількість балів аспіранта на всіх заняттях: $r_1 = 3$ бали $\times 3 = 9$ балів.

Критерії оцінювання:

3 бали — повна вірна відповідь на поставлене запитання; 2 бали — відповідь має несуттєві похибки; 1 бал — неповна відповідь; 0 балів — наявність суттєвих помилок в неповній відповіді або відсутність відповіді.

2. Робота на практичних заняттях

Ваговий бал – 3. Максимальна кількість балів аспіранта на всіх заняттях: $r_2 = 3$ бали $\times 2 = 6$ балів.

Критерії оцінювання:

3 бали — повна вірна відповідь на поставлене запитання; 2 бали — відповідь має несуттєві похибки; 1 бал — неповна відповідь; 0 балів — наявність суттєвих помилок в неповній відповіді або відсутність відповіді.

3. Виконання завдань СРС

Ваговий бал – 5. Максимальна кількість балів аспіранта 35 (видається сім завдань на СРС, строк задачі завдання – не пізніше ніж через два тижні після видачі): $r_3 = 5$ балів $\times 7 = 35$ балів. Виконане завдання надається викладачу у вигляді конспекту, виконання завдань СРС обов'язкове.

Критерії оцінювання:

5 бали – в повному об'ємі і вчасно надана відповідь; 2 бали – не в повному об'ємі і вчасно надана відповідь; 0 балів – не вчасно надана відповідь або ненадана відповідь.

Штрафні бали:

– несвоєчасне представлення виконаного завдання СРС без поважної причини (хвороба) – -2 бал.

Заохочувальні бали

– участь у наукових та/або науково-практичних конференціях, семінарах, симпозіумах – 5 балів.

4. Модульна контрольна робота (МКР)

Проводиться дві частини МКР. Ваговий бал кожної частини – 5. Максимальна кількість балів за МКР дорівнює $r_4 = 5 \times 2 = 10$ балів.

Критерії оцінювання:

5 балів – повна вірна відповідь на завдання; 4 бали – відповідь має несуттєві похибки; 3 бали – неповна відповідь; 0...2 бали – наявність суттєвих помилок в неповній відповіді або відсутність відповіді, МКР не зараховано.

5. Відповіді на заліку

Екзамен проводиться у письмово-усній формі. Екзаменаційний білет складається з трьох теоретичних питань. Перелік питань наведений у додатку до силабусу дисципліни. Перші два теоретичних питання оцінюються по 10 балів, а третє – 20 балів. Тобто, максимальна кількість балів за виконане завдання $10+10+20 = 40$ балів.

Критерії оцінювання:

Кожне питання екзаменаційної роботи оцінюється згідно до системи оцінювання:

правильне раціональне рішення, або повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 9...10 (18...20) балів;

достатньо повна відповідь, правильне рішення (не менше 70% потрібної інформації, або незначні неточності) – 7...8 (14...17) балів;

неповна відповідь, рішення з помилками (не менше 50% потрібної інформації та деякі помилки) – 5...6 (11...13) балів;

незадовільна відповідь, або відсутність рішення (менше 50% потрібної інформації та помилки) – менше 5 (10) балів.

Штрафні бали:

додаткове питання з тем лекційного курсу отримують аспіранти, які не брали участі у роботі певного заняття. Незадовільна відповідь з додаткового питання знижує загальну оцінку на 3 бали.

Розрахунок шкали рейтингу з дисципліни (R_d):

Сума вагових балів контрольних заходів в семестрі (стартовий рейтинг) складає:

$$R_i = r_1 + r_2 + r_3 + r_4.$$

де R_i — рейтингові або вагові бали за кожний вид робіт з дисципліни.

Максимально можливий стартовий рейтинг: $R_c = 9+6+35+10 = 60$ балів.

Необхідною умовою допуску до екзамену є позитивна оцінка з виконання всіх завдань СРС, захист розрахункової роботи та стартовий рейтинг не менше $0,4 \times R_c = 24$ балів.

Аспіранти, які набрали в семестрі рейтинг з дисципліни менше, ніж 24 бали, зобов'язані до початку екзаменаційної сесії підвищити його, інакше вони не допускаються до екзамену з цієї дисципліни і мають академічну заборгованість.

Екзаменаційна складова R_E шкали дорівнює: $R_E = 40$ балів.

Таким чином, максимальна кількість балів за рейтинговою шкалою з дисципліни складає

$$R_D = R_c + R_E = 60 + 40 = 100 \text{ балів.}$$

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

За рішенням кафедри, згідно Тимчасового регламенту проведення семестрового контролю в дистанційному режимі (Наказ № 7/86 від 08.05 2020 року), допускається застосувати підхід щодо виставлення оцінки з кредитного модуля «автоматом» шляхом пропорційного перерахунку стартових балів у підсумкові за 100–бальною шкалою. При цьому обов'язковим залишається виконання студентом умов допуску до екзамену. Аспірантам, які набрали фактичний стартовий рейтинг не менший, ніж 0,9 від максимально можливого (тобто Rc 54), екзаменатор може запропонувати виставити оцінку «Дуже добре». Найвища оцінка «автоматом» не виставляється.

Переведення стартових балів у підсумкові здійснюється за формулою

де – оцінка за 100–бальною шкалою;

– сума балів, набраних студентом продовж семестру;

– максимальна сума вагових балів контрольних заходів продовж семестру;

– бал допуску до екзамену.

Студенти, які хочуть підвищити оцінку з кредитного модуля, виконують екзаменаційну роботу. При цьому переведення стартових балів у підсумкові не здійснюється.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено , д.т.н., проф. Пуховий Іван Івагович

Ухвалено кафедрою теоретичної і промислової теплотехніки (протокол № 14 від 23.06.2020 р.)

Погоджено Методичною комісією теплоенергетичного факультету (протокол № 1111 від 24.06.32 р.