

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА



МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до самостійного вивчення
навчальної дисципліни

«СОНЯЧНА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА»

*(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
усіх форм навчання зі спеціальності*

*141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка,
освітньої програми «Нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії»)*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2022

Методичні рекомендації до самостійного вивчення навчальної дисципліни «Сонячна теплоенергетика» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти усіх форм навчання спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, освітньої програми «Нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії» / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : О. В. Сенецький, Я. Б. Форкун. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2022. – 18 с.

Укладачі: д-р. техн. наук, доц. О. В. Сенецький,
канд. техн. наук, доц. Я. Б. Форкун

Рецензент

Д. В. Тугай, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри альтернативної електроенергетики та електротехніки Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

Рекомендовано кафедрою альтернативної електроенергетики та електротехніки, протокол № 10 від 22 лютого 2022 р.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ. МІСЦЕ ДИСЦИПЛІНИ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ.....	5
2 МОДУЛЬ СОНЯЧНА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА	6
2.1 Змістовий модуль 1 Сонячне випромінювання. Перетворення сонячної енергії в теплоту і механічну роботу.....	7
Контрольні запитання.....	8
2.2 Змістовий модуль 2 Застосування сонячної енергії в системах гарячого водопостачання і опалення.....	9
Контрольні запитання.....	10
2.3 Змістовий модуль 3 Сонячні теплові електростанції.....	10
Контрольні запитання.....	11
3 ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ І ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ.....	11
4 ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ ТА МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ.....	14
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	16

ВСТУП

Використання нетрадиційних відновлюваних джерел енергії актуальне для всіх країн світу. Для розвинених країн, що імпортують паливно-енергетичні ресурси, – це забезпечення енергетичної безпеки; для розвинених країн, що мають свої запаси палива, – поліпшення екологічної ситуації; для країн, що розвиваються, – спосіб поліпшити соціально-побутові умови мешкання населення. Ці джерела енергії розглядають як істотне доповнення до традиційних.

Нетрадиційна (альтернативна) енергетика – сукупність перспективних способів отримання, передачі та використання енергії, які поширені не так широко, як традиційні, проте представляють інтерес через вигідність їх використання при низьких ризиках заподіяння шкоди навколишньому середовищу.

Альтернативне джерело енергії є відновлюваним ресурсом. Відновлювані ресурси – природні ресурси, запаси яких або відновлюються швидше, ніж використовуються, або не залежать від того, використовуються вони чи ні, тобто енергія отримується з практично невичерпних природних ресурсів і явищ. Цей термін був введений в обіг як протиставлення поняттю «невідновлювані ресурси», тобто ресурси, запаси яких можуть бути вичерпані вже найближчим часом при існуючих темпах використання. Традиційні джерела енергії функціонують на нафті, природному газі та вугіллі, які при згорянні виділяють в атмосферу вуглекислий газ, що сприяє зростанню парникового ефекту і глобального потепління.

В сучасній світовій практиці до відновлюваних джерел енергії відносять: гідро, сонячну, вітрову, геотермальну, гідравлічну енергії, енергію морських течій, хвиль, припливів, температурного градієнта морської води, різниці температур між повітряною масою і океаном, тепла Землі, біомасу тваринного, рослинного і побутового походження. Використання відновлюваних видів енергії придбало відчутні масштаби і стійку тенденцію до росту.

Серед відновлюваних джерел енергії сонячна радіація за розмірами ресурсів і поширеності найбільш значуща, тому розвиток геліоенергетики є найбільш перспективним. Сонячна енергетика – галузь альтернативної енергетики, заснована на безпосередньому використанні сонячного випромінювання для отримання електричної або теплової енергії в будь-якому зручному для їх застосування вигляді. За характером використовуваного обладнання і принципами отримання енергії геліоенергетику можна розділити на два основних види: сонячну фотоенергетику та сонячну теплоенергетику. Останній вид геліоенергетики пов'язаний з перетворенням сонячної енергії в теплову з подальшим використанням в системах гарячого водопостачання та опалювання приміщень, а також з непрямым отриманням електроенергії шляхом концентрації радіації за допомогою дзеркал для перетворення води в пару і подальшого використання пари для генерування електрики звичайними способами.

1 МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ, ЇЇ МІСЦЕ В СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНІЙ СХЕМІ ПІДГОТОВКИ БАКАЛАВРА

Метою викладання навчальної дисципліни «Сонячна теплоенергетика» є вивчення фізичних основ перетворення енергії сонячного випромінювання в теплоту і механічну роботу, застосування сонячної енергії в системах гарячого водопостачання і опалення будинків, вивчення принципу роботи сонячних теплових електростанцій, тобто формування у студентів належного рівня знань про аспекти сучасної сонячної теплоенергетики для подальшого застосування цих знань при виконанні виробничих завдань, безпосередньо пов'язаних з їхнім фахом.

Вивчення цієї дисципліни безпосередньо спирається на дисципліни: «Загальна фізика», «Вища математика», «Акумуляування енергії та передача на відстань», «Термодинаміка та тепломасообмін в установках альтернативної енергетики». В свою чергу, відповідно до структурно-логічної схеми у формі графа, що представлена в освітньо-професійній програмі «Нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії», дисципліна передуватиме виконанню курсової роботи «Проектування установки з використанням сонячної теплової енергії» та кваліфікаційній роботі (дипломний проєкт бакалавра).

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

- *знати* фізичні аспекти використання теплової енергії сонця та фізичні основи перетворення енергії сонячного випромінювання в інші види енергії;
- *знати* метод перетворення сонячної енергії в теплову енергію з використанням плоских та трубчастих колекторів та принцип їх дії, основні типи конструкцій перетворювачів сонячної енергії та їх характеристики, конструкцію, принцип дії та особливості експлуатації сонячних теплоенергетичних установок;
- *вміти* обирати обладнання сонячних теплоенергетичних установок різного призначення;
- *вміти* оцінювати потенціал енергозбереження на об'єкті після застосування сонячних теплоенергетичних установок;
- *знати та вміти* використовувати методики вибору обладнання сонячних теплоенергетичних установок побутового і промислового призначення;
- *знати і розуміти* методи, що використовуються для розрахунку енергетичних характеристик та проектування геліоустановок й методи дослідження основних параметрів геліоустановок;
- *отримати* знання основних підходів до побудови теплових сонячних колекторів та вміти використовувати їх при проектуванні геліоустановок;
- *вміти* проводити розрахунки сонячних теплоенергетичних установок і

обирати відповідне обладнання;

– *мати певні компетентності*, а саме: здатність використовувати базові знання з фізики, математики та теплотехніки для вирішення практичних задач в галузі сонячної теплоенергетики, аналізувати науково-технічну інформацію, працювати над проєктами електроенергетичних систем і їх компонентів, розраховувати режими роботи сонячних теплоенергетичних установок різного призначення, визначати склад обладнання та його параметри.

Ці методичні рекомендації підготовлені на основі робочої програми дисципліни «Сонячна теплоенергетика» для студентів спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка освітньої програми «Нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії».

2 МОДУЛЬ СОНЯЧНА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА

«Сонячна теплоенергетика» є професійною дисципліною, яка вивчається в 6 семестрі згідно з діючою освітньо-професійною програмою «Нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії», затвердженій в 2021 році. Обсяг дисципліни, яка відноситься до обов'язкової частини навчального плану, складає 6 кредитів ЄКТС (180 годин).

Дисципліна містить три змістових модулі (ЗМ):

ЗМ 1. Сонячне випромінювання. Перетворення сонячної енергії в теплоту і механічну роботу.

ЗМ 2. Застосування сонячної енергії в системах гарячого водопостачання і опалення.

ЗМ 3. Сонячні теплові електростанції.

Кожний змістовий модуль містить декілька тем. Нумерація тем в цих методичних рекомендаціях наскрізна, як заведено в робочих програмах дисциплін.

Упродовж вивчення даного модуля передбачаються лекції (2 години на тиждень); практичні заняття (2 години на тиждень); лабораторні заняття (1 година на тиждень), самостійна робота (95 годин на семестр у розрахунку та 17-тижневий семестр). Форма підсумкового контролю – екзамен.

Таблиця 1 – Структура навчальної дисципліни і розподіл часу

Змістові модулі	Кількість годин				
	усього	лек.	практ.	лаб.	сам. роб.
МОДУЛЬ	180	34	34	17	95
Змістовий модуль 1	60	14	14	8	24
Змістовий модуль 2	60	14	14	9	23
Змістовий модуль 3	30	6	6	–	18
Підсумковий контроль	30	–	–	–	30

2.1 Змістовий модуль 1 Сонячне випромінювання.

Перетворення сонячної енергії в теплоту і механічну роботу

У ЗМ 1 передбачено вивчення двох тем.

Тема 1 «Сонячне випромінювання» розглядає наступні питання (6 годин лекцій):

- потенційні можливості сонячної енергії: визначення, фізичний та біологічний варіанти геліоенергетики, переваги та недоліки;
- космічне сонячне випромінювання, його складові:
- вплив земної атмосфери, визначення оптичної маси атмосфери, розсіювання, відбивання, поглинання атмосферою сонячного випромінювання;
- оцінювання сонячної енергії: статистичні вимірювання, світлий час доби як міра опромінення, доля потоку випромінювання;
- визначення наявної кількості сонячної енергії: геометрія Землі та Сонця;
- оптимальна орієнтація розташування приймача відносно Сонця, зміна густини потоку сонячного випромінювання на протязі доби.

Тема 2 «Теплові сонячні колектори» розглядає наступні питання (8 годин лекцій):

- поняття сонячного колектора, класифікація сонячних колекторів, принцип роботи сонячних колекторів;
- основні характеристики сонячних колекторів: пропускання випромінювання прозорим покриттям геліоколектора; відбивання на границі розділу середовищ, пропускна здатність скляного покриття та приведена пропускна здатність геліоколектора:
- вплив орієнтації колектора на пропускну та поглинальну здатності;
- конструкції сонячних колекторів плоского типу: акумулюючі та проточні рідинні сонячні колектори, плоскі колектори з системою орієнтації;
- повітрянагрівачі;
- використання селективних покриттів у сонячних колекторах;
- фокусуючі сонячні колектори: основні конструкції концентраторів, що застосовуються у сонячних колекторах, конструкції сонячних колекторів з фокусуючими системами, переваги та недоліки;
- трубчасті вакуумні колектори: конструкції, методи підвищення ефективності, види селективних покриттів у вакуумних колекторах.

Після вивчення матеріалу ЗМ 1 студент повинен відповідати на нижче наведені запитання.

Контрольні запитання

1. Наведіть переваги та недоліки сонячної енергетики.
2. Які кліматичні характеристики необхідно враховувати при реалізації сонячних теплових колекторів?
3. Від чого залежить надходження сонячної радіації до Земної поверхні?
4. Яким чином оцінюється надходження сонячної радіації на поверхню Землі?
5. Наведіть поняття інсоляції та принципи розподілу інсоляції за видами.
6. Яким чином поділяється сонячний спектр? Яким чином сонячне випромінювання взаємодіє з атмосферою?
7. Наведіть область застосування енергії сонця з точки зору отримання теплової енергії.
8. Як впливає траєкторія руху Сонця на кут падіння променів?
9. Наведіть поняття часового кута заходу Сонця на горизонтальній і похилій поверхнях.
10. Охарактеризуйте принцип роботи сонячного колектора і перерахуйте його основні елементи.
11. За якими ознаками класифікуються сонячні колектори (роз'яснити)?
12. Дати коротку характеристику плоского сонячного колектора.
13. Дати коротку характеристику вакуумного трубчастого сонячного колектора.
14. Наведіть переваги та недоліки плоского і вакуумного сонячного колекторів.
15. Як впливає кут встановлення сонячного колектора на кут падіння Сонячних променів?
16. Яким чином змінюють кут установки сонячного колектора в залежності від пори року?
17. Наведіть основні принципи вибору бака-акумулятора.
18. Наведіть поняття кута нахилу Сонця та поясніть його зміну протягом року.
19. Які матеріали використовуються для виготовлення корпусу сонячного колектора?
20. Які матеріали використовуються для променепоглиняльної поверхні колектора?

2.2 Змістовий модуль 2 Застосування сонячної енергії в системах гарячого водопостачання і опалення

У ЗМ 2 передбачено вивчення двох тем.

Тема 3 «Типи, характеристики та основи проєктування систем сонячного теплопостачання» розглядає наступні питання (8 годин лекцій):

- основні елементи і класифікація систем сонячного теплопостачання;
- принципові схеми систем сонячного нагріву води;
- вибір типу сонячного колектора та варіанти монтажу сонячних колекторів;
- проєктування геліополя, а саме схеми підключення одноконтурних та багатоконтурних геліополів;
- розрахунок сонячної радіації, що падає на колектор в геліополі;
- проєктування систем сонячного нагріву води;
- типові проєкти систем сонячного теплопостачання;
- сонячні системи гарячого водопостачання (ГВП);
- сонячні системи для підтримки системи опалення;
- особливості використання сонячних систем в виробничому секторі;
- підігрів води в плавальних басейнах.

Тема 4 «Розрахунок енергетичних характеристик систем з сонячними колекторами» розглядає наступні питання (6 годин лекцій):

- методи розрахунку основних енергетичних характеристик систем сонячного теплопостачання (ССТ)
- використання усереднених даних для розрахунку енергетичних характеристик;
- параметри, що використовуються для розрахунку енергетичних характеристик, а саме повний коефіцієнт теплових втрат колектора, оптичний ККД;
- визначення температури зворотної води;
- акумулювання енергії;
- визначення температури зовнішнього повітря та втрати на прогрів геліоколектора,
- вплив характеру теплового навантаження ССТ,
- вплив теплових втрат колектора і бака-акумулятора на теплову потужність ССТ;
- порівняння розімкнених і замкнених схем ССТ;
- розрахунок систем гарячого водопостачання;
- особливості розрахунку систем сонячного опалення.

Після вивчення матеріалу ЗМ 2 студент повинен відповідати на нижче наведені запитання.

Контрольні запитання

1. Наведіть основні елементи системи гарячого водопостачання.
2. Які матеріали використовуються при створенні систем сонячного ГВП та опалення.
3. Охарактеризуйте теплоізоляційні матеріали для колекторів.
4. Охарактеризуйте теплоносії для сонячних колекторів.
5. Охарактеризуйте матеріали для акумуляторів теплоти.
6. Перерахуйте типи акумуляторів теплової енергії геліоустановок та охарактеризуйте принципові відмінності між ними.
7. Наведіть основні характеристики акумуляторів теплової енергії геліоустановок.
8. Охарактеризуйте способи циркуляції теплоносія в системі геліоустановки.
9. Яким чином проводять розрахунок площі сонячних колекторів при відсутності та при наявності резервного джерела енергії?
10. Як визначають теплову потужність системи ГВП.
11. Охарактеризуйте можливі принципові теплові схеми сонячного ГВП і теплопостачання
12. Яким чином відбувається виготовлення, монтаж і установка рідинної та повітряної геліосистеми теплопостачання.
13. Який існує зв'язок між тепловим і оптичним ККД колектора.

2.3 Змістовий модуль 3 Сонячні теплові електростанції

У ЗМ 3 передбачено вивчення двох тем.

Тема 5 «Принципи побудови та функціонування сонячних теплових електростанцій» розглядає наступні питання (3 години лекцій):

- класифікація сонячних теплових електростанцій (СЕС);
- принцип роботи сонячних теплових електростанцій.
- побудова теплових схем енергетичних установок на основі використання паротурбінних циклів;
- вибір робочих тіл для замкнених турбінних циклів.

Тема 6 «Особливості конструкцій сонячних теплових електростанцій» розглядає наступні питання (3 години лекцій):

- визначення основних елементів турбінних циклів та особливостей їх конструкцій;
- конструкції СЕС баштового типу;
- конструкції СЕС тарельчатого типу.
- конструкції СЕС, які використовують параболічні концентратори.

Після вивчення матеріалу ЗМ 3 студент повинен відповідати на нижче наведені запитання.

Контрольні запитання

1. Охарактеризуйте концентруючі геліоприймачі, їх особливості та область застосування.
2. Охарактеризуйте плоскі геліоприймачі, їх особливості та область застосування.
3. Наведіть особливості та область застосування концентруючих геліоприймачів.
4. Наведіть особливості та область застосування плоских геліоприймачів.
5. Оцініть ефективність роботи СЕС.
6. Дайте порівняльну характеристику СЕС баштового й тарельчатого типів.
7. Які рідини можуть використовуватися у якості робочих тіл у теплових схемах СЕС?
8. Яке устаткування входить до теплової схеми СЕС та дати його коротку характеристику.

3 ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ І ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

Навчальним планом під час вивчення дисципліни передбачені лабораторні та практичні заняття. Нижче в таблицях 2 та 3 наведені теми практичних та лабораторних занять та кількість аудиторних годин, що передбачено на них.

Таблиця 2 – Теми практичних занять

Тема	Зміст (план)	Кількість ауд. годин
1	2	3
Модуль «Сонячна теплоенергетика»		
Змістовий модуль 1 Сонячне випромінювання. Перетворення сонячної енергії в теплоту і механічну роботу		

Продовження таблиці 2

1	2	3
Тема 1 «Сонячне випромінювання»	Розрахунок інтенсивності сонячного випромінювання в залежності від пори року та часу доби. Розв'язання задач	6
Тема 2 «Теплові сонячні колектори»	Формування принципів схем установок сонячного тепло- та гарячого водопостачання	8
Змістовий модуль 2 Застосування сонячної енергії в системах гарячого водопостачання і опалення		
Тема 3 «Типи, характеристики та основи проектування систем сонячного теплопостачання»	Опис критерії вибору теплових сонячних колекторів. Визначення ефективності роботи геліоустановки. Розв'язання задач	8
Тема 4 «Розрахунок енергетичних характеристик систем з сонячними колекторами»	Дослідження та розрахунок термодинамічних процесів, що протікають у сонячних теплових колекторах	6
Змістовий модуль 3 Сонячні теплові електростанції		
Тема 5 «Принципи побудови та функціонування сонячних теплових електростанцій»	Побудова теплових схем енергетичних установок на основі використання паротурбінних циклів. Вибір робочих тіл для замкнених турбінних циклів	3
Тема 6 «Особливості конструкцій сонячних теплових електростанцій»	Визначення основних елементів турбінних циклів та особливостей їх конструкцій	3
Всього		34

Таблиця 3 – Теми лабораторних занять

Тема	Зміст (план)	Кількість ауд. Годин
1	2	3
Модуль «Сонячна теплоенергетика»		
Змістовий модуль 1 Сонячне випромінювання. Перетворення сонячної енергії в теплоту і механічну роботу		
Тема 1 «Сонячне випромінювання»	Інструктаж з правил техніки безпеки. ЛР 1 «Дослідження конструкції та принципу дії колектора сонячної енергії»: виконання, захист	4
Тема 2 «Теплові сонячні колектори»	ЛР 2 «Дослідження ефективності роботи колектора сонячної енергії від інтенсивності сонячного випромінювання»: виконання, захист	4
Змістовий модуль 2 Застосування сонячної енергії в системах гарячого водопостачання і опалення		
Тема 3 «Типи, характеристики та основи проектування систем сонячного теплопостачання»	ЛР 3 «Дослідження ефективності роботи колектора сонячної енергії від кута падіння сонячних променів»: виконання, захист	5
Тема 4 «Розрахунок енергетичних характеристик систем з сонячними колекторами»	ЛР 4 «Дослідження ефективності роботи колектора сонячної енергії від швидкості циркуляції теплоносія»: виконання, захист	4
Змістовий модуль 3 Сонячні теплові електростанції		
Тема 5 «Принципи побудови та функціонування сонячних теплових електростанцій»	—	—

Продовження таблиці 3

1	2	3
Тема 6 «Особливості конструкцій сонячних теплових електростанцій»	–	–
Всього		17

4 ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ ТА МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ

При проведенні контролю якості отриманих знань передбачено:

- усне опитування під час захисту лабораторних робіт на основі контрольних запитань наведених у методичних вказівках до виконання лабораторних робіт;
- тестування за матеріалом кожного змістового модулю;
- підсумковий контроль у вигляді екзамену, що проводиться у письмовій формі та забезпеченні комплектами екзаменаційних білетів та задач (кількість 30 од.).

В таблиці 4 наведена структура навчальної дисципліни і розподіл балів.

Таблиця 4 – Структура навчальної дисципліни і розподіл балів

Змістові модулі	Максимальна кількість балів			
	усього	практ.	Лаб.	Сам. роб.
МОДУЛЬ 1	100	–	20	80
Змістовий модуль 1	25	–	10	15
Змістовий модуль 2	25	–	10	15
Змістовий модуль 3	20	–	–	20
Підсумковий контроль	30	–	–	30

В таблиці 5 наведені види завдань, засоби контролю і максимальна кількість балів за них.

Таблиця 5 – Види завдань, засоби контролю і максимальна кількість балів

Види завдань та засоби контролю	Розподіл балів
1	2
Змістовий модуль 1	25
Лабораторна робота №1 – звіт з лабораторної роботи, її захист	5

Продовження таблиці 5

1	2
Лабораторна робота №2 – звіт з лабораторної роботи, її захист	5
Тест за теоретичним матеріалом ЗМ1	15
Змістовий модуль 2	25
Лабораторна робота №3 – звіт з лабораторної роботи, її захист	5
Лабораторна робота №4 – звіт з лабораторної роботи, її захист	5
Тест за теоретичним матеріалом ЗМ2	15
Змістовий модуль 3	20
Тест за теоретичним матеріалом ЗМ3	20
Підсумковий контроль – екзамен	30
Теоретичне питання 1	10
Теоретичне питання 2	10
Теоретичне питання 3	10
ВСЬОГО ЗА МОДУЛЕМ	100

В таблиці 6 наведена шкала оцінювання знань студентів за національною шкалою та відповідно до системи ЄКТС

Таблиця 6 – Шкала оцінювання знань студентів

Сума балів за всі види нав- чальної діяльності	Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ЄКТС
90-100	Відмінно	A
82-89	Добре	B
74-81		C
64-73	Задовільно	D
60-63		E
35-59	Незадовільно з можливістю повторного складання	FX
0-34	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	F

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Городов Р. В. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учеб. пособие / Р. В. Городов, В. Е. Губин, А. С. Матвеев. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 294 с.
2. Р. Титко Відновлювальні Джерела Енергії (досвід Польщі для України) : навч. посібник / Р. Титко, В. М. Калініченко. – Варшава : OWG, 2010. – 530 с.
3. Твайделл Дж. Возобновляемые источники энергии: Пер с англ. / Дж. Твайделл, А. Уейр. – Москва : Энергоиздат, 1990. – 392 с. : ил.
4. Лабейш В. Г. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учеб. пособие / В. Г. Лабейш. – СПб : СЗТУ, 2003. – 79 с.
5. Лукутин Б. В. Возобновляемые источники электроэнергии : учеб. пособие / Б. В. Лукутин. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 187 с.
6. Florschuetz L. W. Extension of the Hottel-Whillier model to the analysis of combined photovoltaic/thermal flat plate collectors // Solar energy. – 1979. – Т. 22. – №. 4. – С. 361–366.
7. Нетрадиційні та поновлювальні джерела енергії / О. І. Соловей Ю. Г. Лега, В. П. Розен [та ін.] ; за ред. О. І. Солов'я. – Черкаси : Вид. ЧДТУ, 2007. – 642 с.
8. Сибикин Ю. Д. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии : учеб. издание / Ю. Д. Сибикин, М. Ю Сибикин. – Москва : ИП РадиоСофт, 2008. – 338 с. : ил.
9. Кудря С. О. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії : підручник / С. О. Кудря. – Київ : Національний технічний університет України «КПІ», 2012. – 495 с.
10. Конспект лекцій з дисципліни «Сонячна теплоенергетика» (для студентів усіх форм навчання спеціальності 141 –Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, освітня програма – Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії) / уклад. : Я. Б. Форкун, М. Л. Глебова, Н. О. Сабалаєва ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 125 с.
11. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Сонячна теплоенергетика» (для студентів усіх форм навчання спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, освітньої програми – «Нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії») / Харків нац. ун-т

міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : О. В. Сенецький, Я. Б. Форкун, О. О. Шкурпела. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 28 с.

12. Методичні рекомендації до виконання курсового проєкту з дисципліни «Сонячна теплоенергетика» за темою «Проектування установки з використанням сонячної теплової енергії» (для студентів усіх форм навчання спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, освітньої програми – «Нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії») / Харків нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : О. В. Сенецький, Я. Б. Форкун. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 42 с.

Виробничо-практичне видання

Методичні рекомендації

до самостійного вивчення
навчальної дисципліни

«СОНЯЧНА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА»

#

*(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
усіх форм навчання зі спеціальності*

*141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка,
освітньої програми «Нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії»)*

Укладачі : **СЕНЕЦЬКИЙ** Олександр Володимирович,
ФОРКУН Яна Борисівна

Відповідальний за випуск *О. В. Сенецький*
За авторською редакцією
Комп'ютерне верстання *Я. Б. Форкун*

План 2021, поз. 257М

Підп. до друку 06.07.2022. Формат 60 × 84/16.
Електронне видання. Ум. друк. арк. 1,0.

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.
Електронна адреса: office@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 5328 від 11.04.2017.