

Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій
імені С.З. Гжицького
Факультет механіки, енергетики та інформаційних технологій
Кафедра енергетики



ЗАТВЕРДЖЕНО

Гарант освітньо-професійної програми
«Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
К.Т.Н., доцент

 Сергій КОРОБКА

**СИЛАБУС
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
"Сонячна енергетика"**

освітньо-професійна програма «Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика»
спеціальність 141 «Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика»
перший (бакалаврський) рівень вищої освіти

ВИКЛАДАЧ



ГАЛЬЧАК ВОЛОДИМИР ПЕТРОВИЧ

E-mail: halchak@ukr.net

Scopus <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6506876681>

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6831-8344>

Телефон +380975814371 (Viber)

Доцент кафедри енергетики Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького, кандидат фізико-математичних наук. Викладач з понад 30-річним досвідом, автор та співавтор понад 120 наукових статей, 1 монографії, 2 посібника, 50 навчально-методичних розробок.

Читає курси: *Потенціал відновлюваних джерел енергії, Сонячна енергетика, Перетворення та акумулювання енергії з відновлюваних джерел, Енергозбереження.*

Сфера наукових інтересів: *теоретичні основи перетворення відновлюваних джерел енергії, енергоощадність в житлово-комунальному господарстві.*

ВИКЛАДАЧ



СИРОТЮК СЕРГІЙ ВАЛЕРІЙОВИЧ

E-mail: syrotiuksv@lnup.edu.ua

Google Scholar <https://scholar.google.com/citations?user=R9PyjToAAAAJ&hl=uk>

Scopus <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57214243336>

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9966-6299>

Телефон +380679396246 (Viber, WhatsApp, Telegram)

Завідувач кафедри енергетики Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького, доцент, кандидат технічних наук. Викладач з понад 30-річним досвідом, автор та співавтор понад 200 наукових публікацій, 4 колективних монографій, 5 навчальних посібників, 60 навчально-методичних розробок.

Читає курси: *Потенціал відновлюваних джерел енергії, Сонячна енергетика, Вітроенергетика, Біоенергетика, Проектування, монтаж та експлуатація систем відновлюваної енергетики.*

Сфера наукових інтересів: *системи енергозабезпечення об'єктів з використанням відновлюваних джерел*

енергії.

ВИКЛАДАЧ



КОРОБКА СЕРГІЙ ВАСИЛЬОВИЧ

E-mail: korobkasv@ukr.net
 Google Scholar <https://scholar.google.com.ua/citations?user=xFFFFFFFFFAAJ&hl=ru>
 Scopus <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57192645251>
 ORCID <http://orcid.org/0000-0002-4717-509X>
 Телефон +380995169849 (Viber) +380989699534

Доцент кафедри енергетики Львівського національного аграрного університету, кандидат технічних наук. Викладач з 10-річним досвідом, автор та співавтор понад 42 наукових статей, 23 навчально-методичних розробок.

Читає курси: *Контрольно-вимірювальні прилади з основами метрології, Відновлювальні джерела енергії,*

Сфера наукових інтересів: *науково-технічні основи конвективно-радіаційного сушіння рослинних матеріалів на прикладі деревини.*

ВИКЛАДАЧ



СТАНИЦЬКИЙ ТАРАС ОЛЕГОВИЧ

E-mail: stanytskyitaras@gmail.com
 Scopus <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=59468946700>
 ORCID <https://orcid.org/0009-0006-3897-4267>
 Телефон +380975814371 (Viber)

Старший викладач кафедри енергетики Львівського національного університету природокористування. Викладач з 5-річним досвідом, автор та співавтор 4 наукових публікацій, 10 навчально-методичних розробок.

Читає курси: *Потенціал відновлюваних джерел енергії, Сонячна енергетика, Вітроенергетика, Теплові помпи і кондиціонери.*

Сфера наукових інтересів: *системи енергозабезпечення об'єктів з використанням відновлюваних джерел енергії, технології використання низькопотенційного тепла назовнішнього середовища.*

ЛЬВІВ 2025

АНОТАЦІЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Фахівець в галузі сонячної енергетики повинен мати ґрунтовні знання стосовно технологій перетворення сонячного випромінювання у тепло та електроенергію, вміти використовувати ці знання для пошуку оптимальних рішень при створенні систем енергозабезпечення споживачів різного профілю (промислових чи побутових), при впровадженні відповідних заходів для збереження оточуючого середовища, а також бути здатним ефективно застосовувати отримані знання при дослідних, проектно-конструкторських, технологічних та експлуатаційних роботах. Навчальна дисципліна «Сонячна енергетика» забезпечує необхідний об'єм базової інформації для підготовки фахівців за спеціальністю 145 «Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика».

Програма дисципліни «Сонячна енергетика» передбачає вивчення основних принципів сприйняття та перетворення сонячної енергії у тепло та електроенергію в енергетичних системах виробництва, передачі, розподілу і використання теплової та електричної енергії.

Міждисциплінарні зв'язки: вивчення дисципліни «Сонячна енергетика» передбачає наявність систематичних та ґрунтовних знань із суміжних курсів: "Вища математика", "Фізика", "Хімія", "Теплотехніка", "Теоретичні основи електротехніки", "Електричні машини та апарати", "Інформаційні та комунікаційні технології", "Потенціал відновлюваних джерел енергії".

Метою вивчення освітньої компоненти «Сонячна енергетика» є вивчення теоретичних основ аналізу теоретичних положень та набуття практичних навиків оцінки та обґрунтування параметрів сонячних енергетичних установок.

Основними завданнями освітньої компоненти «Сонячна енергетика» є набуття здобувачами вищої освіти здатності застосовувати фундаментальні закони і знання фізики, хімії, а також відповідні математичні та експериментальні методи для розв'язування професійних задач і практичних проблем в галузі відновлюваної енергетики, пов'язаних з технологією використання сонячної енергії у системах виробництва, передачі, розподілу і використання теплової та електричної енергії.

Структура курсу

Модуль 1. Сонячна електроенергетика

№ з/п	Тема, питання, що вивчаються
1	Тема 1. Вступ до сонячної електроенергетики 1.1. Історія зародження галузі сонячної електроенергетики. 1.2. Тенденції розвитку сонячної електроенергетики в світі. 1.3. Стан галузі сонячної електроенергетики в Україні. 1.4. Розвиток малої сонячної електроенергетики. 1.5. Економіка сонячної електроенергетики.
2	Тема 2. Енергетична структура діелектриків, металів та напівпровідників 2.1. Енергетичні стани електронів у вільних атомах. 2.2. Енергетичні зони електронів у зв'язаних атомах(у молекулах та кристалічних ґратках). 2.3. Заборонена зона. Рівень Фермі. Термо- і фотостимульовані переходи. Внутрішній і зовнішній фотоэффект. 2.4. Власна та домішкова провідність. Енергетичні зони легованих напівпровідників. 2.5. Контактна різниця потенціалів.
3	Тема 3. Електронно-дірковий $p-n$-перехід 3.1. Утворення $p-n$ переходу. Динамічна рівновага розподілу зарядів. 3.2. Довжина пробігу та рекомбінація зарядів в області $p-n$ переходу. 3.3. Зміщення рівноваги $p-n$ -переходу зовнішньою напругою. 3.4. Зміщення рівноваги зарядів освітленням $p-n$ переходу. 3.5. Електронні прилади на базі $p-n$ -переходу: фотодіод, фотоелемент і фотоелектрична комірка. Вольт-амперна характеристика (ВАХ) діода.
4	Тема 4. Електричні властивості освітленого $p-n$-переходу (фотоелементу) 4.1. Конструктивне виконання фотоелемента та його заступна електрична схема. 4.2. Електричне коло освітленого фотоелемента та режими його навантаження. 4.3. Ідеальна фотоелектрична комірка та її вольт-амперна характеристика. 4.4. Залежність параметрів ВАХ від конструкційних матеріалів. 4.5. Спектральна чутливість та показники енергетичної ефективності фотоелектричного перетворення.
5	Тема 5. Сонячні елементи (фотоелектричні комірки) 5.1. Сонячний елемент як реальна фотоелектрична комірка. Заступна схема та рівняння Шоклі. 5.2. Особливі точки вольт амперної та вольт-ватної характеристик. 5.3. Зміни ВАХ з температурою та освітленістю. 5.4. Зміни ВАХ від послідовного та шунтового опорів. 5.5. Коефіцієнт корисної дії та фактор заповнення ВАХ.
6	Тема 6. Фотоелектричний модуль (сонячна панель) 6.1. Конструкція типових сонячних панелей (фотомодулів). 6.2. Вимоги до конструкційних матеріалів. 6.3. Залежність експлуатаційних характеристик фотомодуля від способів комутації фотокомірок. 6.4. Залежність експлуатаційних характеристик фотомодуля від режимів інсоляції і температури довкілля. 6.5. Види та схеми навантаження сонячних панелей.
7	Тема 7. Оцінка експлуатаційних характеристик фотомодуля за довільних режимів інсоляції і температури довкілля 7.1. Стандарти випробування фотомодулів. 7.2. Технічні характеристики фотомодулів та їх маркування.

	7.3. Обґрунтування методики оцінки характеристик фотомодуля при відхиленні від стандартних умов випробувань. 7.4. Врахування зміни освітленості фотомодуля протягом дня. 7.5. Оцінка поточної температури фотомодуля.
8	Тема 8. Конфігурація фотоелектричних установок 8.1. Послідовне і паралельне сполучення фотомодулів. 8.2. Фотоелектрична установка автономного електропостачання. Комплектація та алгоритм роботи обладнання. 8.3. Шунтова і послідовна схеми комутації елементів електричного кола. Засоби захисту акумулятора і фотомодуля. 8.4. Узгодження параметрів і режимів роботи фотомодуля, акумулятора і корисного навантаження. 8.5. Типи та характеристики сонячних контролерів. 8.6. Методи і засоби керування енергетичним потоками. Режим максимальної фотоелектричної її генерації. 8.7. Типова структура комутація елементів мережевої системи. 8.8. Типова структура комутація елементів гібридної системи. 8.9. Критерії обґрунтування вибору інвертора. 8.10. Критерії обґрунтування вибору акумулятора. 8.11. Засоби автоматичного перемикавання джерел живлення. 8.12. Гібридні мікромережі.
9	Тема 9. Моделювання потоків сонячної енергії до стаціонарного фотомодуля за ясного неба 9.1. Наближення ясного неба для потоків сонячної радіації 9.2. Поточний кут освітлення стаціонарного фотомодуля протягом дня. 9.3. Моделювання поточної інтенсивності прямого та дифузного потоків сонячної енергії до горизонтальної поверхні за ясного неба. 9.4. Розрахунок потоків сонячної енергії до стаціонарного фотомодуля за припущення рівномірно яскравого неба. 9.5. Розрахунок потоків сонячної енергії до стаціонарного фотомодуля за неізотропними моделями яскравості неба.
10	Тема 10. Оптимізація енергетичної освітленості фотомодуля протягом дня 10.1. Поворотні пристрої стеження за Сонцем. 10.2. Неперервний та дискретний алгоритми керування поворотом. 10.3. Засоби керування пристроями стеження за Сонцем. 10.4. Пакети програм з розрахунку сонячних координат і радіаційних потоків. 10.5. Методи оцінки ефективності режимів стеження за Сонцем.

Модуль 2. Сонячна теплоенергетика

№ з/п	Тема, питання, що вивчаються
11	Тема 11. Сонячні промені та їх енергія 11.1. Природа сонячних променів. 11.2. Спектр сонячного випромінювання. 11.3. Просторово часові параметри прямих сонячних променів біля земної поверхні. 11.4. Фізичні механізми послаблення сонячних променів земною атмосферою. 11.5. Стандартні стани атмосфери і сонячні спектри 11.6. Кількісні та якісні характеристики приземних потоків сонячної радіації. 11.7. Оцінка потенціалу сонячної енергії за вітчизняними та міжнародними базами даних актинометричних величин. 11.8. Моделювання параметрів потоків сонячної енергії до освітленої поверхні у наближенні "ясного неба".

	11.9. Лабораторний пакет програм для моделювання параметрів інсоляції приймачів сонячної енергії.
12	Тема 12. Взаємодія сонячних променів з геліотехнічними матеріалами 12.1. Схема взаємодії світла з геліотехнічними матеріалами. 12.2. Коефіцієнти відбивання, поглинання пропускання і випромінювання. 12.3. Залежність коефіцієнта відбивання прозорого покриття від кута освітлення. 12.4. Селективне поглинання сонячних променів. Селективно поглинаючі матеріали. 12.5. Селективне теплове випромінювання нагрітою поверхнею.
13	Тема 13. Енергетичний баланс освітленої поверхні 13.1. Вхідні та вихідні енергетичні потоки. 13.2. Потік до тильної поверхні. Рівняння Фур'є. Коефіцієнт і опір теплопровідності. 13.3. Потік тепловтрат випромінюванням до неба і довкілля. Ступінь чорноти поверхні і опір радіаційної тепловіддачі. 13.4. Потік тепловіддачі до прилеглого шару твердого тіла. Коефіцієнт і опір тепловіддачі. 13.5. Процеси теплообміну на межі твердого тіла з рідиною і повітрям. Рівняння подібності. Коефіцієнти та опори конвективної тепловіддачі.
14	Тема 14. Енергетичний баланс теплових потоків 14.1. Складання потоків теплопереносу. Ефективні коефіцієнти та опори теплопередачі. 14.2. Графічне моделювання теплових потоків. 14.3. Модель електротеплової аналогії у теплових розрахунках. 14.4. Моделювання теплових потоків у середовищі Excel. 14.5. Уточнення параметрів рівноважних теплових потоків методом послідовних наближень.
15	Тема 15. Сонячні рідинні колектори 15.1. Базова конструкція плоского сонячного колектора. 15.2. Тепло- і масо-обмінні процеси. Коефіцієнти тепловтрат. 15.3. Номінальні та критичні режими. Стаціонарний процес. 15.4. Вимоги до конструкційних та функціональних матеріалів. Оптичний к.к.д. колектора. 15.5. Рівняння теплопродуктивності трубчастого колектора. 15.6. Коефіцієнт ефективності сприймаючої поверхні. 15.7. Коефіцієнт тепловідводу трубчастого колектора. 15.8. К.к.д. трубчастого колектора 15.9. Годинна теплопродуктивність трубчастого колектора 15.10. Сонячні водогрійні установки
16	Тема 16. Повітряний сонячний колектор 16.1. Варіанти конструкцій повітряних колекторів. 16.2. Вимоги до скляного покриття колектора. 16.3. Форма і матеріал поглинаючої поверхні. 16.4. Мінімізація верхніх та нижніх потоків тепловтрат. 16.5. Математична модель енергетичних перетворень і теплових потоків.
17	Тема 17. Теплоенергетичні установки з дзеркальними концентраторами 17.1. Елементи геометричної оптики. Коефіцієнт відбивання та концентрації сонячної енергії. 17.2. Плоско дзеркальний концентратор. Коефіцієнт підсилення. 17.3. Парабоциліндричний концентратор. Площа сприймаючої поверхні. 17.4. Параболічний фацетний концентратор. Коефіцієнт концентрації. 17.5. Сонячна піч.

Навчальний контент
Формування програмних компетентностей

Індекс в матриці ОПП	Програмні компоненти
ЗК7	Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій
ЗК8	Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел
ЗК11	Здатність приймати обґрунтовані рішення
СК1	Здатність застосовувати відповідні методи математики, природничих та технічних наук і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань з відновлюваних джерел енергії та гідроенергетики.
СК2	Здатність застосовувати і інтегрувати знання і розуміння інженерних дисциплін для розв'язання складних задач з відновлюваних джерел енергії та гідроенергетики.
СК3	Здатність розуміти і застосовувати фізичні принципи і математичні методи, необхідні в галузі відновлюваних джерел енергії та гідроенергетики.
СК4	Здатність виявляти, класифікувати і описувати ефективність систем і компонентів енергосистеми на основі використання аналітичних методів, моделювання та експериментальних досліджень.
СК6	Здатність враховувати комерційний та економічний аспекти у професійній діяльності відновлюваної енергетики та гідроенергетики.
СК7	Здатність оцінювати енергетичну ефективність об'єктів, розробляти та впроваджувати енергоощадні технології.
СК8	Здатність розробляти проекти з урахуванням особливостей виробництва, експлуатації, технічного обслуговування та утилізації обладнання відновлюваних джерел енергії та гідроенергетики.
СК10	Здатність вирішувати проблеми якості в енергетичній галузі.
СК12	Здатність вирішувати питання інтелектуальної власності.
СК13	Здатність застосовувати методики вибору енергетичного обладнання та устаткування об'єктів відновлюваних джерел енергії та гідроенергетики.
СК15	Здатність вирішувати практичні задачі, пов'язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг.
СК16	Здатність вирішувати практичні задачі, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики.
СК17	Здатність вирішувати практичні задачі, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу.
СК18	Здатність вирішувати практичні задачі, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії.
СК19	Здатність дотримання вимог правил техніки безпеки, охорони праці та норм виробничої санітарії на підприємствах електроенергетичного та електромеханічного комплексів.
СК20	Здатність здійснювати діагностику обладнання та устаткування, організовувати обслуговування і ремонт, проводити сертифікацію й експертизу електроенергетичних та електротехнічних систем об'єктів відновлюваної енергетики.
ПРН4	Встановлювати зв'язок між інженерною діяльністю та впливом її на навколишнє середовище, застосовувати ефективні заходи щодо охорони навколишнього середовища.
ПРН5	Використовувати сучасні інформаційні технології та спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язання складних задач професійної діяльності.
ПРН7	Знання і розуміння наукових принципів, що лежать в основі енергетичної галузі, навички застосування сучасних математичних, фізичних та інженерних методів для

	розв'язання складних задач професійної діяльності.
ПРН8	Систематизовані знання і розуміння ключових аспектів та концепцій в галузі відновлюваної енергетики та гідроенергетики, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії.
ПРН9	Визначати, формулювати і вирішувати інженерні завдання в галузі відновлюваної енергетики та гідроенергетики з використанням енергоефективних методів.
ПРН10	Аналізувати інженерні об'єкти, процеси і методи в галузі відновлюваної енергетики та гідроенергетики, забезпечувати достовірність та релевантність результатів аналізу.
ПРН11	Розробляти проекти згідно із визначеними та описаними вимогами до конструкцій, технологічних схем, режимів роботи обладнання, характеристик енергетичних ресурсів, відповідних матеріалів, що застосовуються при аналізі процесів і проектуванні енергетичних установок і апаратів перетворення відновлюваних джерел енергії та гідроенергетики, а також технічними умовами та іншими нормативними документами.
ПРН12	Приймати ефективні рішення з урахуванням проблем безпеки довкілля і правових питань, соціальних та екологічних наслідків технічних рішень, кодексу професійної етики і норм інженерної практики.
ПРН13	Експлуатувати енергетичне обладнання у відповідності до виробничих цілей, законодавства і нормативних документів, зокрема, технічних регламентів та правових норм в галузі охорони здоров'я людей і забезпечення безпеки інженерної діяльності.
ПРН14	Обирати та використовувати придатні методи та засоби вимірювань для визначення значень технологічних параметрів процесів та режимів роботи енергетичного обладнання відповідно до стандартів і вимог метрологічної служби України.
ПРН15	Вміти виконувати енергетичні розрахунки енергетичних об'єктів відновлюваної енергетики та гідроенергетики, вибирати тип і розміри основного і допоміжного обладнання.
ПРН16	Розуміти значення традиційної та відновлюваної енергетики для успішного економічного розвитку країни.
ПРН17	Знати існуючі підходи до проектування, виготовлення, випробувань та експлуатації обладнання та устаткування відновлюваної енергетики та гідроенергетики.
ПРН18	Показувати навички самостійної роботи, демонструвати критичне, креативне, самокритичне мислення.
ПРН20	Знати методи і порядок проектування об'єктів відновлюваної енергетики та гідроенергетики.
ПРН21	Знати існуючі конструкції обладнання та устаткування призначеного для перетворення енергії відновлюваних джерел в електричну та інші види енергій.
ПРН22	Знати заходи підтримки та зміни режимів роботи систем електроживлення, об'єктів відновлюваної енергетики, систем блискавкозахисту та захисту від перенапруг.
ПРН23	Знати фактори, що призводять до виникнення незворотних процесів в устаткуванні та обладнанні електричних станцій та об'єктів відновлюваної енергетики та гідроенергетики.

ЛІТЕРАТУРНІ ДЖЕРЕЛА

Модуль 1. Сонячна електроенергетика

1. Сиротюк С. В., Гальчак В.П., Станицький Т. О. Ознайомлення з методикою та засобами досліджень сонячних панелей та установок. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти з дисципліни "Сонячна енергетика". Львів, 2025. 16 с.

2. Сиротюк С. В., Гальчак В.П., Станицький Т. О. Дослідження фотоелектричного модуля в польових умовах. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти з дисципліни "Сонячна енергетика". Львів, 2025. 8 с.
3. Сиротюк С. В., Гальчак В.П., Станицький Т. О. Дослідження світлових вольт-амперних характеристик фотоелектричного модуля. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти з дисципліни "Сонячна енергетика". Львів, 2025. 11 с.
4. Сиротюк С. В., Гальчак В.П., Станицький Т. О. Дослідження темнових вольт-амперних характеристик фотоелектричного модуля. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти з дисципліни "Сонячна енергетика". Львів, 2025. 14 с.
5. Сиротюк С. В., Гальчак В.П., Станицький Т. О. Дослідження впливу освітленості та температури на параметри вольт-амперної характеристики фотоелектричного модуля. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти з дисципліни "Сонячна енергетика". Львів, 2025. 11 с.
6. Сиротюк С. В., Гальчак В.П., Станицький Т. О. Моделювання поточної потужності та годинної продуктивності фотоелектричного модуля. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти з дисципліни "Сонячна енергетика". Львів, 2025. 8 с.
7. Сиротюк С. В., Гальчак В.П., Станицький Т. О. Дослідження ефективності фотоелектричної панелі з плоским дзеркальним концентратором потоку сонячної енергії. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти з дисципліни "Сонячна енергетика". Львів, 2025. 10 с.
8. Сиротюк С. В., Гальчак В.П., Станицький Т. О. Дослідження структури та експлуатаційних характеристик автономної фотоелектричної установки. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти з дисципліни "Сонячна енергетика". Львів, 2025. 11 с.
9. Сиротюк С. В., Гальчак В.П., Станицький Т. О. Дослідження структури та експлуатаційних характеристик мережевої та гібридної фотоелектричної установки. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти з дисципліни "Сонячна енергетика". Львів, 2025. 17 с.
10. Сиротюк С. В., Гальчак В.П., Станицький Т. О. Обґрунтування структури і параметрів комутаційної та захисної апаратури фотоелектричної установки. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти з дисципліни "Сонячна енергетика". Львів, 2025. 23 с.

Модуль 2. Сонячна теплоенергетика

11. Гальчак В.П., Сиротюк С.В., Коробка С. В., Станицький Т.О. Приведення актинометричних величин до шкали локального сонячного часу. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти з дисципліни «Сонячна енергетика». Львів, 2025. 7 с.
12. Гальчак В.П., Сиротюк С.В., Коробка С. В., Станицький Т.О. Дослідження теплових характеристик абсорберів сонячних колекторів. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти з дисципліни «Сонячна енергетика». Львів, 2025. 12 с.
13. Гальчак В.П., Сиротюк С.В., Коробка С. В., Станицький Т.О. Дослідження залежності коефіцієнта пропускання скляного покриття сонячних колекторів від кута освітлення. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти з дисципліни «Сонячна енергетика». Львів, 2025. 9 с.
14. Гальчак В.П., Сиротюк С.В., Коробка С. В., Станицький Т.О. Математичне моделювання радіаційних тепловтрат абсорбером сонячного колектора. Методичні рекомендації до

виконання лабораторної роботи здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти з дисципліни «Сонячна енергетика». Львів, 2025. 7 с.

15. Гальчак В.П., Сиротюк С.В., Коробка С. В., Станицький Т.О. Ознайомлення з конструкцією та параметрами сонячних колекторів різних типів. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти з дисципліни «Сонячна енергетика». Львів, 2025. 14 с.
16. Гальчак В.П., Сиротюк С.В., Коробка С. В., Станицький Т.О. Дослідження структури сонячних водогрійних установок. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти з дисципліни «Сонячна енергетика». Львів, 2025. 16 с.
17. Гальчак В.П., Сиротюк С.В., Коробка С. В., Станицький Т.О. Дослідження гідравлічного опору рідинного сонячного колектора. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти з дисципліни «Сонячна енергетика». Львів, 2025. 8 с.
18. Гальчак В.П., Сиротюк С.В., Коробка С. В., Станицький Т.О. Дослідження сталої часу рідинного сонячного колектора. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти з дисципліни «Сонячна енергетика». Львів, 2025. 11 с.
19. Гальчак В.П., Сиротюк С.В., Коробка С. В., Станицький Т.О. Дослідження експлуатаційних характеристик сонячної водогрійної установки. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти з дисципліни «Сонячна енергетика». Львів, 2025. 12 с.
20. Гальчак В.П., Сиротюк С.В., Коробка С. В., Станицький Т.О. Розрахунок робочих характеристик повітряного сонячного колектора. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти з дисципліни «Сонячна енергетика». Львів, 2025. 12 с.

Рекомендована література

1. Гальчак В. П., Боярчук В. М. Альтернативні джерела енергії. Енергія Сонця. Львів : Вид-во ЛНАУ, 2008. 135 с.
2. Гальчак В.П., Боярчук В.М., Сиротюк С.В., Коробка С.В., Станицький Т.О. Сонячна енергія та інсоляція: Монографія. Львів : Магнолія 2006, 2024. 242 с.
3. Jastrzębska G. Ogniwa słoneczne. Budowa, technologia i zastosowanie. Sulejówek : WKL, 2024. 574 s.
4. Tytko R. Fotowoltaika. Podręcznik dla studentów, uczniów, instalatorów, inwestorów. VI uzupełnione. Kraków, 2022. 520 s.
5. Sibiński M., Znajdek K. Postępy w fotowoltaice. Warszawa : Wydawnictwo Naukowe PWN, 2021. 302 p.
6. Кудря С.О., Головка В.М. Основи конструювання енергоустановок з відновлюваними джерелами енергії: навч. посіб. К.: НТУУ "КПІ", 2011. 184 с.
7. Luque A., Hegedus S. Handbook of Photovoltaic Science and Engineering. San Francisco: John Wiley & Sons Ltd, 2003. 1115 p.
8. Мисак Й. С., Возняк О. Т., Дацько О. С., Шаповал С.П. Сонячна енергетика: теорія та практика: монографія. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2014. 340 с.
9. Сивораक्षा В. Ю., Марков В. П., Петров Б. Є. та ін. Теплові розрахунки геліосистем. Моногр. Д.: Вид-во Дніпропетр. ун-ту, 2003. 132 с.
10. Wisniewski G., Golebiowski S., Gruciuk M., Kurowski K., Wiecka A. Kolektory słoneczne: Energia słoneczna w mieszkalnictwie, hotelarstwie i drobnym przemyśle. Warszawa: Medium, 2008. 201 s.
11. Tytko R., Goralczyk I. Urządzenia, instalacje fotowoltaiczne i elektryczne. Krakow: Wydawnictwo i Drukarnia Towarzystwa Słowaków w Polsce, 2013. 347 s.

12. Szymanski B. Instalacje fotowoltaiczne. Edycja 2023. Krakow: Redakcja GLOBEnergia, 2023. 376 s.
13. Zawadzki M. Kolektory Słoneczne, Pompy Ciepła – Na Tak. Warszawa: Polska Ekologia, 2003. 276 s.
14. Klimek K., Kapłan M., Halchak V., Korobka S., Syrotyuk S., Konieczny R., Filipczak G., Dybek B., Wałowski, G. Orientation and Exposure Efficiency of a Solar Tracking Surface in Clear Sky. *Applied Sciences (Switzerland)*, 2022, 12(18), 9118. <https://doi.org/10.3390/app12189118>.
15. Syrotyuk S., Halchak V., Boyarchuk V., Korobka S., Syrotyuk V. Comparative evaluation of the efficiency of solar tracking with uniaxial tracking device. *Vidnovluyana Energetika*, 2022, 2022(2), pp. 32–40. [https://doi.org/10.36296/1819-8058.2022.2\(69\)854](https://doi.org/10.36296/1819-8058.2022.2(69)854).
16. Boyarchuk V., Syrotyuk V., Kuzminsky R., Syrotyuk S., Halchak V., Baranovych S., Yankovska K., Ftoma O., Chochowski A., Obstawski P., Aleksiejuk J., Awtoniuk M., Jakubowski T., Gielżecki J. Prototype of photovoltaic system with dual axis tracker and flat mirror concentrators. *Journal of Physics: Conference Series*, 2022, 2408(1), 012016. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2408/1/012016>.
17. Syrotyuk S., Halchak V., Boyarchuk V., Syrotyuk V., Jakubowski T., Gielżecki J. Orientation efficiency of a Sun-tracking surface. *Journal of Physics: Conference Series*, 2022, 2408(1), 012017. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2408/1/012017>.
18. Korobka S., Boyarchuk V., Syrotyuk V., Syrotyuk S., Stukalets I., Golovko V., Syrotyuk H., Jakubowski T., Gielżecki J. Use of solar energy in the technology of fruit drying. *Przegląd Elektrotechniczny*, 2022, 98(6), pp. 37–44. <https://doi.org/10.15199/48.2022.06.07>.
19. Aleksiejuk-Gawron, J., Shpak, O., Syrotyuk, S. Description of the dynamics of work of amorphous photovoltaic panels using process models. *CEUR Workshop Proceedings*, 2022, 3109, pp. 17–24.
20. Korobka S., Syrotyuk S., Zhuravel D., Boltianskyi B., Boltianska L. Solar dryer with integrated energy Unit. *Problems of the Regional Energetics*, 2021, (2), pp. 60–75. <https://doi.org/10.52254/1857-0070.2021.2-50>.
21. Боярчук В., Сиротюк С., Сиротюк В., Коробка С., Пташник В., Баранович С., Шеремета Р. Моделювання фотоелектричної панелі в середовищі LabVIEW. Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження. 2022. № 25. С. 71-76.
22. Хоховський А., Алексеюк-Гаврон Й., Автонюк М., Боярчук В., Сиротюк В., Баранович С., Янковська К., Боярчук О. Дослідження динамічних характеристик фотоелектричних панелей різних видів. Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження. 2020. № 24. С. 83-94.

Інформаційні ресурси

1. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського: <http://www.nbuv.gov.ua/>;
2. Львівська національна наукова бібліотека України імені Василя Стефаника: <http://www.lsl.lviv.ua/>;
3. Національна наукова сільськогосподарська бібліотека Національної академії аграрних наук: <http://www.dnsgb.com.ua/>;
4. Львівська обласна універсальна наукова бібліотека: <http://lounb.org.ua/>.
5. Бібліотечно-інформаційні ресурси – [книжковий фонд](#), періодика та фонди на [електронних носіях](#) бібліотеки ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького, державних органів науково-технічної інформації, наукових, науково-технічних бібліотек та інших наукових бібліотек України.
6. «Сонячна енергетика». [Електронний ресурс] : офіційний сайт. – URL: <https://moodle.lnup.edu.ua/course/view.php?id=10830>.
7. <http://www.viessmann.ua>
8. <http://www.sintsolar.com.ua>
9. <https://aseu.org.ua/>

Політика оцінювання

Політика щодо дедлайнів та перескладання: Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку (75% від можливої максимальної кількості балів за вид діяльності балів). Перескладання модулів відбувається за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

Політика щодо академічної доброчесності: Списування під час контрольних робіт заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів). Мобільні пристрої дозволяється використовувати лише під час он-лайн тестування та підготовки практичних завдань під час заняття.

Політика щодо відвідування: Відвідування занять є обов'язковим компонентом оцінювання. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, працевлаштування, міжнародне стажування) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням із ведучим викладачем курсу.

Оцінювання

Остаточна оцінка за курс, в межах кожного модуля, розраховується наступним чином: сумуємо по кожному з розділів дисципліни поточний контроль який оцінюється в 50 балів та підсумковий контроль 50 балів.

Модуль 1. Сонячна електроенергетика

Поточне тестування та самостійна робота (разом 50 балів)										ПМК (екзамен)	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	50	100
3	4	4	6	6	6	6	6	6	3		

Модуль 2. Сонячна теплоенергетика

Поточне тестування та самостійна робота (разом 50 балів)							ПМК (екзамен)	Сума
T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	50	100
6	7	7	7	9	7	7		

T1, T2 ... T13 – теми