

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Ю.М. ПОТЕБНІ
ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

ЗАТВЕРДЖУЮ



Директор Інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю.М. Потебні
ЗНУ

(підпис)

Н.Г. Метеленко
(ініціали та прізвище)

09 2024

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ТЕХНОЛОГІЇ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ
ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ

(назва навчальної дисципліни)

підготовки магістрів

(назва освітнього ступеня)

денної форми здобуття освіти

освітньо-професійна програма Електроніка

(назва)

спеціалізації / предметної спеціальності _____

(за наявності)

(шифр і назва)

спеціальності 171 Електроніка

(шифр, назва спеціальності)

галузі знань 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації

(шифр і назва)

ВИКЛАДАЧ : Критська Тетяна Володимирівна, доктор техн. наук, професор, зав. кафедрою ЕІСПЗ

(ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада)

Обговорено та ухвалено
на засіданні кафедри Електроніки,
інформаційних систем та програмного
забезпечення

Протокол № 1 від "26" 08 2024 р.

Завідувач кафедри ЕІСПЗ

(підпис)

Т. В. Критська

(ініціали, прізвище)

Погоджено

Гарант освітньо-професійної
програми

(підпис)

Д. Г. Алексієвський

(ініціали, прізвище)

2024 рік



Зв'язок з викладачем:

E-mail: krytskaja2017@gmail.com

СЕЗН ЗНУ повідомлення:

Телефон:(061) 227-14-33

Інші засоби зв'язку: Zoom: 892 097 4118, код доступу 12345,

Кафедра: електроніки, інформаційних систем та програмного забезпечення, 10 корпус, ауд.507

1. Опис навчальної дисципліни

Метою викладання дисципліни «Сучасні підходи до технології фотоелектричних перетворювачів» є формування у студентів професійних знань з правил конструювання та технологій виготовлення фотоелектричних перетворювачів на основі кремнію та гетероструктур.

Завданням вивчення дисципліни є засвоєння фізичних основ роботи, принципів конструювання фотоелектричних перетворювачів (ФЕП) наземного та космічного використання, що виготовляються на базі одного або кількох р-п- гомо/гетеро переходів, використовуючи контакт метал – напівпровідник, а також формування практичних навичок щодо технологій отримання, експлуатації ФЕП, вирішення конструкторських завдань при їх розробці.

Курс«Конструювання «Сучасні підходи до технології фотоелектричних перетворювачів»є логічним продовженням опанування здобувачами освіти відповідних компетентностей та програмних результатів навчання в рамках спеціальності 176 «Мікро –та наносистемна техніка» другого магістерського рівня. Набуті при вивченні даного курсу знання необхідні у навчальній практиці, виконанні кваліфікаційної роботи бакалавра та подальшій дослідницькій діяльності в галузі електроніки, автоматизації та електронних комунікацій.

Паспорт навчальної дисципліни

Нормативні показники	денна форма здобуття освіти	заочна форма здобуття освіти
Статус дисципліни	Вибіркова	
Семестр	3-й	
Кількість кредитів ECTS	3	
Кількість годин	90	
Лекції	22 год.	
Лабораторні заняття	10 год.	
Самостійна робота	58 год.	
Консультації	Розклад проведення консультацій https://www.znu.edu.ua/2024/den/inni/kons-inni.pdf , формат проведення - дистанційно	
Вид підсумкового семестрового контролю:	Залік	



Посилання на електронний курс у СЕЗН ЗНУ (платформа Moodle)	https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=15311
---	---

2. Методи досягнення запланованих освітньою програмою компетентностей і результатів навчання

Компетентності/ результати навчання	Методи навчання	Форми і методи оцінювання
Загальні компетентності:		
<p>ЗК 1 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.</p> <p>ЗК 4. Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні.</p> <p>ЗК 5. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.</p> <p>ЗК 6. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).</p> <p>ЗК 10. Навички графічної інтерпретації власних думок стосовно запропонованих технічних рішень з метою підвищення ефективності комунікації у професійній спільноті.</p>	<p>Пояснення, демонстрування, практичні заняття, спрямованість на самостійну роботу здобувача.</p>	<p>Теоретичне тестування за змістовим модулем, надання звіту із виконання практичної роботи, підсумкове розрахункове завдання.</p>
Спеціальні компетентності:		
<p>СК 5 Здатність забезпечувати ефективність та якість вимірювань в електронних компонентах, пристроях і системах.</p> <p>СК 6 Здатність відшукувати необхідну інформацію за допомогою сучасних інформаційних ресурсів, аналізувати та оцінювати її.</p>	<p>Лекція, пояснення, демонстрування, практичні заняття, спрямованість на самостійну роботу здобувача.</p>	<p>Теоретичне тестування за змістовим модулем, надання звіту із виконання практичної роботи, підсумкове розрахункове завдання, підсумкове тестування.</p>
<p>Пояснення, демонстрування, практичні заняття, спрямованість на самостійну роботу здобувача.</p>	<p>Теоретичне тестування за змістовим модулем, надання звіту із виконання практичної роботи, підсумкове розрахункове завдання.</p>	<p>Надання звіту із виконання практичної роботи, підсумкове розрахункове завдання.</p>



Компетентності/ результати навчання	Методи навчання	Форми і методи оцінювання
<p>СК 9. Здатність враховувати в конструкторсько-технологічних, інженерних та науково-технічних рішеннях вимог щодо безпеки життєдіяльності, захисту інтелектуальної власності, енергоефективності та екологічності.</p>	<p>Практичні заняття, спрямованість на самостійну роботу здобувача.</p>	<p>Надання звіту із виконання практичної роботи, підсумкове розрахункове завдання.</p>
<p>СК 11. Здатність до синтезу власних методик розрахунку складних технічних об'єкт.</p>	<p>Демонстрування, практичні заняття, спрямованість на самостійну роботу здобувача.</p>	<p>Надання звіту із виконання практичної роботи, підсумкове розрахункове завдання.</p>
<p>СК 12. Здатність виконувати аналіз та моделювання електромеханічних систем безпілотних апаратів.</p>	<p>Лекція, пояснення, демонстрування, практичні заняття, спрямованість на самостійну роботу здобувача.</p>	<p>Теоретичне тестування за змістовим модулем, надання звіту із виконання практичної роботи, підсумкове розрахункове завдання, підсумкове тестування.</p>
Програмні результати навчання:		
<p>Р 1. Реалізовувати проекти модернізації виробництва і технологій у сфері електроніки, впровадження новітніх інформаційних, комунікаційних та мультимедійних технологій.</p>	<p>Лекція, пояснення, демонстрування, практичні заняття, спрямованість на самостійну роботу здобувача.</p>	<p>Теоретичне тестування за змістовим модулем, надання звіту із виконання практичної роботи, підсумкове розрахункове завдання, підсумкове тестування.</p>
<p>Р 3. Співпрацювати із замовником при формулюванні технічного завдання та обговоренні технічних рішень і результатів виконання проектів, вести аргументовану професійну та наукову дискусію.</p>	<p>Пояснення, демонстрування, практичні заняття, спрямованість на самостійну роботу здобувача.</p>	<p>Надання звіту із виконання практичної роботи, підсумкове розрахункове завдання, підсумкове тестування.</p>
<p>Р 4. Розробляти маловідходні, енергозберігаючі та екологічно чисті технології з урахуванням вимог безпеки життєдіяльності людей, раціонального використання сировинних, енергетичних та інших видів ресурсів</p>	<p>Лекція, пояснення, демонстрування, практичні заняття, спрямованість на самостійну роботу здобувача.</p>	<p>Теоретичне тестування за змістовим модулем, надання звіту із виконання практичної роботи, підсумкове розрахункове завдання, підсумкове тестування.</p>



Компетентності/ результати навчання	Методи навчання	Форми і методи оцінювання
<p>Р 11. Аналізувати техніко-економічні показники, надійність, ергономічність, патентну чистоту, потреби ринку, інвестиційний клімат та відповідність проектних рішень, наукових та дослідно-конструкторських розробок визначеним цілям та нормам законодавства України</p>	<p>Лекція, пояснення, демонстрування, спрямованість на самостійну роботу здобувача.</p>	<p>Теоретичне тестування за змістовим модулем, підсумкове розрахункове завдання, підсумкове тестування.</p>

3. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Сонячна енергетика та її місце серед інших видів альтернативної енергетики

Сонячна енергетика, основні поняття та перспективи розвитку. Рівень інсоляції поверхні Землі та території України. Вплив атмосфери на інтенсивність та спектральний склад сонячного випромінювання. Сонячна постійна. Розподіл сонячної енергії за спектром.

Альтернативні та відновлювані джерела енергії. Сонячне випромінювання на Землі та в космосі. Історія створення сонячних елементів. Маркетингові відомості. Сучасний стан розвитку фотоелектричної галузі у світі. Фірми-виробники матеріалів та комірок промислових ФЕП

Змістовий модуль 2. Перспективні технології фотовольтаїки

Перспективи подальшого використання енергії Сонця. Напівпровідникові матеріали. Елементарні напівпровідники, напівпровідники груп A_2B_6 , A_3B_5 . Перовскіти. Наноструктури у сонячній енергетиці. Графен. Аморфні напівпровідники. Поруватий кремній.

Сучасні промислові технології кремнію для фотовольтаїки. Карботермічне відновлення кварцитів. Методи рафінування металургійного кремнію. Методи одержання зливків мульти-кремнію, стрічок, монокристалів Si. Технологія «квасімоно».

Змістовий модуль 3. Принципи роботи сонячних елементів з гомогенним, гетерогенним електронно-дірковими переходами та структур з бар'єрами Шоттки

Ідеальний та реальний сонячні елементи з електронно-дірковм переходом. Ефективність фотоперетворення. Вольт-амперна характеристика ідеальних та реальних ФЕП. Вплив температури і радіації на ККД сонячного елемента. Технічні параметри і характеристики ФЕП. (напруга холостого ходу, залежність вихідної потужності від напруги, спектральна чутливість, умови досягнення режиму максимальної вихідної потужності, FF - коефіцієнт заповнення).

Визначення, існуючі моделі, енергетичні діаграми гетеропереходу. Ізотипні, анізотипні, ідеальні, неідеальні гетеропереходи. Поняття електричної спорідненості та побудова енергетичної діаграми гетеропереходу. Вимоги до матеріалів, що складають перехід, енергетична діаграма гетеропереходу. Сонячні елементи на бар'єрах Шоттки. Діаграма енергетичних зон, фізичний принцип роботи елемента. Сонячні елементи на МДН-структурах.



Змістовий модуль 4. Основні типи сучасних конструкцій ФЕП наземного та космічного використання

Існуючі та перспективні конструкції ФЕП. Технології PERC, PERT, PERL. Технологія HJT, концентраторні ФЕП. Тонкоплівкові ФЕП на базі сульфідів та телуридів, багатокомпонентних з'єднань зі структурою халькопіритів. Органічні ФЕП. Багато перехідні ФЕП. Порівняльний аналіз сучасних ФЕП. ФЕП для космічних апаратів. Типи конструкцій космічних сонячних батарей. Вплив власних і зовнішніх факторів на роботу сонячних батарей, матеріали і обладнання космічних апаратів.

4. Структура навчальної дисципліни

Вид заняття / роботи	Назва теми	Кількість годин		Згідно з розкладом
		о/д.ф.	з.ф.	
Лекції 1	Тема 1. Предмет та задачі курсу. Сонячна енергетика, основні поняття та перспективи розвитку. Рівень інсоляції поверхні Землі та території України. Вплив атмосфери на інтенсивність та спектральний склад сонячного випромінювання.	2		<i>щотижня</i>
Лабораторне заняття 1	Тема 1 Вплив атмосфери на інтенсивність та спектральний склад сонячного випромінювання. Сонячне випромінювання на Землі та в космосі. Історія створення сонячних елементів.	2		<i>1 раз на 2 тижні</i>
Самостійна робота	Тема 1. Альтернативні та відновлювані джерела енергії. Сучасний стан розвитку фотоелектричної галузі у світі. Завдання 1 Світові фірми-виробники матеріалів та комірок промислових ФЕП.	4		<i>щотижня</i>
Лекція 2	Тема 2. Сонячна постійна. Розподіл сонячної енергії за спектром. Перспективи подальшого використання енергії Сонця. Тема 3. Класифікація базових матеріалів для ФЕП Елементарні напівпровідники, напівпровідники груп А ₂ В ₆ , А ₃ В ₅ .	2		<i>щотижня</i>
Самостійна робота	Тема 2. Механізми поглинання світла напівпровідниками. Завдання 2. Поняття, види та механізм створення р-п -переходів..	4		<i>щотижня</i>
Лекції 3	Тема 4. Сучасні матеріали для конструювання ФЕП. Перовскіти. Графен. Наноструктурні матеріали. Аморфні напівпровідники. Поруватий кремній.	2		<i>щотижня</i>
Лабораторне заняття 2	Тема 2. Розробка та виконання схеми електричної принципової електронного приладу. Принципи конструювання та методи з'єднання електронних компонентів.	2		<i>1 раз на 2 тижні</i>
Самостійна робота	Тема 3. Сучасні промислові технології кремнію для фотовольтаїки. Карботермічне відновлення кварцитів. Методи рафінування металургійного кремнію. Завдання 3. Методи одержання зливків мульти-кремнію, стрічок кремнію. Технологія «квазімоно».	6		<i>щотижня</i>
Лекції 5-6	Тема 5. Ідеальний та реальний сонячні елементи з електронно-дірковим переходом. Ефективність фотоперетворення. Вольт-амперна характеристика ідеальних та реальних ФЕП. Вплив температури і радіації на ККД сонячного елемента. Тема 6. Технічні параметри і характеристики ФЕП.	4		<i>щотижня</i>

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Силабус навчальної дисципліни
Сучасні підходи до технології фотоелектричних перетворювачів



Вид заняття /роботи	Назва теми	Кількість годин		Згідно з розкладом
	(напруга холостого ходу, залежність вихідної потужності від напруги, спектральна чутливість, умови досягнення режиму максимальної вихідної потужності, FF - коефіцієнт заповнення).			
Лабораторне заняття 3	Тема 3. Визначення часу життя і дифузійної довжини неосновних носіїв заряду в опромінюваних кремнієвих фотоелектричних перетворювачах	2		1 раз на 2 тижні
Самостійна робота	Теми 4-5. Сучасне металургійне обладнання, його особливості щодо вирощування монокристалів кремнію для ФЕП. (CZ-Si, FZ-Si, «квазі-моно»). Завдання 4. Описати процес вирощування монокристалів кремнію за методом Чохральського. Особливості процесу для вирощування монокристалів CZ-Si для ФЕП.	6		щотижня
Лекція 7	Тема 7. Визначення, існуючі моделі, енергетичні діаграми гетеропереходу. Ізотипні, анізотипні, ідеальні, неідеальні гетеропереходи. Поняття електричної спорідненості та побудова енергетичної діаграми гетеропереходу. Тема 8. Вимоги до матеріалів, що складають перехід, енергетична діаграма гетеропереходу. Сонячні елементи на бар'єрах Шоттки. Діаграма енергетичних зон, фізичний принцип роботи елемента. Сонячні елементи на МДН-структурах.	2		щотижня
Самостійна робота	Теми 6-7. Технології одержання тонких шарів, великих площин. Завдання 5. Охарактеризувати процес молекулярно-променевої епітаксії.	6		щотижня
Лекція 8	Тема 8. Існуючі та перспективні конструкції ФЕП. Технології PERC, PERT, PERL. Технологія НІТ, концентраторні ФЕП. Тонкоплівкові ФЕП на базі сульфідів та телуридів. Органічні ФЕП. Багатоперехідні ФЕП.	2		щотижня
Лабораторне заняття 4	Тема 4. Зробити порівняльний аналіз сучасних ФЕП з позиції їх ефективності та стійкості до деградації параметрів.	2		1 раз на 2 тижні
Самостійна робота	Тема 8. Омичні контакти, типи, ВАХ, види опору та параметри нелінійності контактів. Основні вимоги до матеріалів та методи нанесення омичних контактів у технологіях ФЕП. Завдання 6. Дати аналіз впливу географічних факторів, атмосферного тиску та вологості повітря при конструктивних електронних систем.	6		щотижня
Лекція 9	Тема 10. Космічні технології виготовлення ФЕП. Особливості конструкцій космічних сонячних батарей.	2		щотижня
Лабораторне заняття 5	Тема 5. Аналітичне оцінювання (розрахунок) основних характеристик ФЕП: Напруга холостого ходу;, максимальна потужність; спектральна чутливість, коефіцієнт заповнення (FF). Умови досягнення режиму максимальної вихідної потужності.	2		1 раз на 2 тижні
Самостійна робота	Тема 9. Механізми поглинання світла напівпровідниками: фундаментальний, ексітонний, домішковий, фононний, решітковий. Поглинання вільними носіями. Коефіцієнти поглинання, оптичні переходи. Завдання 7. Фотовольтаїчний ефект. Методи	4		щотижня



Вид заняття /роботи	Назва теми	Кількість годин		Згідно з розкладом
	розрахування ККД сонячного елемента.			
Лекція 9.	Тема 11. Концентраторні сонячні батареї. Концентрування світла. Види концентраторів. Перспективи використання концентраторних сонячних модулів.	2		<i>щотижня</i>
Самостійна робота	Тема 10. Взаємодія іоносферних частинок з металами, напівпровідниками, діелектриками, пластичними масами. Завдання 8. Описати методи оцінювання радіаційних і електророзрядних ефектів в сонячних батареях космічного використання.	6		<i>1 раз на 2 тиж</i>
Лекції 10-11	Тема 11. Класифікація СЕУ та їх особливості. Сонячні електростанції наземного та космічного використання Баштові СЕУ. Космічні, орбітальні СЕУ та їх техніко-енергетичні особливості.	2		<i>щотижня</i>
Самостійна робота	Тема 11. Шляхи удосконалення матеріалів, технологій комірок та конструкцій космічних сонячних батарей. Завдання 9. Охарактеризувати СЕУ комунально-побутового призначення. Елементи автономної сонячної фотоелектричної системи..	6		<i>щотижня</i>

5. Види і зміст контрольних заходів

Вид заняття/ роботи	Вид контрольного заходу	Зміст контрольного заходу	Критерії оцінювання та термін виконання	Усього балів
Поточний контроль				
Проміжний контроль знань №1	тестування на платформі СЕЗН	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	6
заняття №1	завдання 1 самостійної роботи	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	6
Проміжний контроль знань №2	тестування на платформі СЕЗН	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	6
Лабораторне заняття 2	завдання 2 самостійної роботи	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	6
Проміжний контроль знань №3	тестування на платформі СЕЗН	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	6
Лабораторне заняття 3	завдання 3 самостійної роботи	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	6
Проміжний контроль знань №4	завдання 4 самостійної роботи	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	6
Лабораторне заняття №4	завдання 4 самостійної роботи	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	6
Проміжний контроль знань №5	тестування на платформі СЕЗН	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	6
Лабораторне заняття №5	завдання 5 самостійної роботи	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	6
Усього за поточний	10			60



Вид заняття/ роботи	Вид контрольного заходу	Зміст контрольного заходу	Критерії оцінювання та термін виконання	Усього балів
контроль				
Підсумковий контроль				
Залік	Теоретичне завдання	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	20
Залікова робота	Практичне завдання	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	20
Усього за підсумковий контроль				40

Шкала оцінювання ЗНУ: національна та ECTS

За шкалою ECTS	За шкалою університету	За національною шкалою	
		Екзамен	Залік
A	90 – 100 (відмінно)	5 (відмінно)	Зараховано
B	85 – 89 (дуже добре)	4 (добре)	
C	75 – 84 (добре)		
D	70 – 74 (задовільно)	3 (задовільно)	
E	60 – 69 (достатньо)		
FX	35 – 59 (незадовільно – з можливістю повторного складання)	2 (незадовільно)	Не зараховано
F	1 – 34 (незадовільно – з обов'язковим повторним курсом)		

6. Основні навчальні ресурси

Рекомендована література

Основна:

1. Майструк Е.В., Козярьський І.П., Козярьський Д.П., Мар'янчук П.Д. Фізико-хімічні основи напівпровідникового матеріалознавства: навч. посібник. - Чернівці: Чернівецький національний університет, 2020. - 120 с.
2. Відновлювані джерела енергії / За заг. ред. С.О. Кудрі. – Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2020. – 392 с.
3. Екологічний моніторинг: альтернативні джерела енергії : навч. посіб. / [В.Г. Сліпченко, О.В. Коваль, Л.Г. Полягушко та ін.].- Київ : КПІ ім. І. Сікорського : Політехніка, 2019. - 368 с.
4. Формування та дослідження наноструктурованих матеріалів для фотовольтаїки. Монографія колективу викладачів кафедри «Мікроелектронні інформаційні системи» Інженерного навчально-наукового інституту ЗНУ. Запоріжжя, 2018.
5. Nebesniuk O., Nikonova Z., Nikonova A. The ways of increasing the efficiency of photoelectric transducers. Європейський вектор модернізації економіки в умовах сталого розвитку промислового регіону: [монографія] / підзаг. ред. д.е.н., проф. Метеленко Н. Г. – К.: Інтерсервіс, 2021. – С.163-169



6. Райтер П. М., Мельник М. Л. Аналіз оптимальності технологій генерування електричної енергії фотоелектричними перетворювачами для умов місцевостей з помірним кліматом. Міжнародна науково-технічна конференція «WORLD SCIENCE» № 6(34), Vol.2, June 2018. P.37-45

Додаткова:

1. Kiselev E., Krytska T., Srtoiteleva N., Turyshv K. Thermal microelectromechanical sensor construction Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2019. Т. 6. № 9 (102). P. 46 - 52. URL: <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/184443>.
2. Небеснюк О. Ю., Ніконова З. А., Ніконова А. О., Критська Т. В. Впровадження технології використання некондиційних напівпровідникових структур для виготовлення сонячних елементів. *Металургія*. 2023. № 1(2022). С. 67-75. URL: <http://metal.journalsofznu.zp.ua/index.php/journal/issue/archive>.
3. Критська Т. В., Биткин С. В. Відновлення та розвиток металургії напівпровідникового кремнію як можливий шлях подолання деіндустріалізації країни. *Металургія. Наукові праці Запорізької державної інженерної академії*. 2019. № 1 (41). С. 101-109. (ISSN 2071-3789).
4. Критська Т. В., Биткин С. В. Моделювання деградації h_{21E} тестових прп структур, що виготовлені на кремнії, легованому германієм в розрахунковому середовищі OriginPRO. Матеріали II Міжнародної наукової конференції «Актуальні питання прикладної фізики та енергетики» Азербайджанська демократична республіка, м. Сумгаїт, 2020р. С. 117 – 122. URL: <https://www.ssu-conferenceproceedings.edu.az/pdf/fizika.pdf>
5. Z.A. Nikonova, O.Y. Nebesniuk, A.A. Nikonova. TechnologicalAspectsOfFormationOfEnergy-efficientPhotovoltaicSolarEnergyConverters. «JOURNAL OF NANO- AND ELECTRONIC PHYSICS».- Vol. Vol. 13 No 5, 05033(6pp) (2021)
6. Ніконова З.А., Ніконова А.О., Небеснюк О.Ю. Конструктивно – технологічні рішення виготовлення енергоефективних фотоперетворювачів. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*, №3, 2021(128-134).

Матеріали, розміщені на платформі Moodle:

<https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=15311>

Інформаційні ресурси:

1. Енергетична стратегія України на період до 2030 року. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 15.03.2006 р. №145-р // База даних «Законодавство України»/ Верховна Рада України. URL: МАТЕРІАЛИ ХХІІ МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ "ВІДНОВЛЮВАНА ЕНЕРГЕТИКА ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ У ХХІ СТОЛІТТІ" Розділ 9. Молодіжна секція 1088 <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/145-2006-%D1%80#Text>
2. Наукова бібліотека Запорізького національного університету. URL: <http://library.znu.edu.ua/>
3. Система електронного забезпечення навчання ЗНУ. URL: <https://moodle.znu.edu.ua/>
4. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського. URL: <http://www.nbuv.gov.ua/>
5. Цифрова повнотекстова база даних англomовної наукової періодики JSTOR: <https://www.jstor.org/>



7. Регуляції і політики курсу

Відвідування занять. Регуляція пропусків.

Вивчення курсу передбачає обов'язкове відвідування занять. Студенти, які за певних обставин не можуть відвідувати заняття регулярно, мусять впродовж тижня узгодити із викладачем графік індивідуального відпрацювання пропущених занять. Окремі пропущені завдання мають бути відпрацьовані на найближчій консультації впродовж тижня після пропуску. Відпрацювання занять здійснюється аудиторно з відпрацюванням на лабораторному обладнанні, або, в окремих випадках, за допомогою виконання завдань через систему електронного навчання Moodle. Студенти, які станом на початок екзаменаційної сесії мають понад 70% невідпрацьованих пропущених занять, до відпрацювання не допускаються.

Політика академічної доброчесності

Індивідуальні завдання, що виконуються студентами під час проходження курсу, перевіряються на наявність плагіату. Відповідно до чинних правових норм, плагіатом вважатиметься: копіювання чужої наукової роботи чи декількох робіт та оприлюднення результату під своїм іменем; створення суміші власного та запозиченого тексту без належного цитування джерел; рерайт (перефразування чужої праці без згадування оригінального автора). Будь-яка ідея, думка чи речення, ілюстрація чи фото, яке ви запозичуєте, має супроводжуватися посиланням на першоджерело. Роботи, у яких виявлено ознаки плагіату, до розгляду не приймаються і відхиляються без права перескладання. Якщо ви не впевнені, чи підпадають зроблені вами запозичення під визначення плагіату, будь ласка, проконсультуйтеся з викладачем.

Висока академічна культура та європейські стандарти якості освіти, яких дотримуються у ЗНУ, вимагають від дослідників відповідального ставлення до вибору джерел. Посилання на такі ресурси, як Wikipedia, бази даних рефератів та письмових робіт (Studopedia.org та подібні) є неприпустимим. Рекомендовані бази даних для пошуку джерел:

Електронні ресурси Національної бібліотеки ім. Вернадського: <http://www.nbuv.gov.ua>

Цифрова повнотекстова база даних англomовної наукової періодики JSTOR: <https://www.jstor.org/>

Використання комп'ютерів/телефонів на занятті

Використання мобільних телефонів, планшетів та інших гаджетів під час занять забороняється. Будь ласка, не забувайте активувати режим «без звуку» на мобільних телефонах до початку заняття. При виконанні практичних робіт дозволяється використовувати техніку у навчальних цілях (для виконання розрахунків, побудови графіків, моделювання, тощо). Під час виконання заходів контролю (письмових контрольних робіт, іспиту) використання гаджетів заборонено. У разі порушення цієї заборони роботу буде анульовано без права перескладання.

Комунікація

Базовою платформою для комунікації викладача зі студентами є Moodle. Важливі повідомлення загального характеру – зокрема, оголошення про терміни проведення контрольних робіт, коди доступу до сесій у GoogleMeet та ін. – регулярно розміщуються викладачем на форумі курсу та в групах Viber. Для персональних запитів використовується сервіс приватних повідомлень та електронна пошта enk.nmv@gmail.com. У листі обов'язково вкажіть ваше прізвище та ім'я, курс та шифр академічної групи. Відповіді на запити студентів подаються викладачем впродовж трьох робочих днів. Для оперативного отримання повідомлень про оцінки та нову інформацію, розміщену на сторінці курсу у Moodle, будь



ласка, переконайтеся, що адреса електронної пошти, зазначена у вашому профайлі на Moodle, є актуальною, та регулярно перевіряйте папку «Спам».

Визнання результатів неформальної/інформальної освіти

Організація та проведення процедури визнання результатів навчання неформальної / інформальної освіти проводиться відповідно до Положення Запорізького національного університету про порядок визнання результатів навчання, здобутих шляхом неформальної та/або інформальної освіти: https://sites.znu.edu.ua/navchalnyj_viddil/normatyvna_basa/polozhennya_znu_pro_poryadok_viznannya_rezul_tat_v_navchannya.pdf.

ДОДАТКОВА ІНФОРМАЦІЯ

ГРАФІК ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ 2024-2025 н. р. доступний за адресою: <https://tinyurl.com/yckze4jd>.

НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ОСВІТИ. Перевірка набутих студентами знань, навичок та вмінь (атестації, заліки, іспити та інші форми контролю) є невід'ємною складовою системи забезпечення якості освіти і проводиться відповідно до Положення про організацію та методику проведення поточного та підсумкового семестрового контролю навчання студентів ЗНУ: <https://tinyurl.com/y9tve4lk>.

ПОВТОРНЕ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІН, ВІДРАХУВАННЯ. Наявність академічної заборгованості до 6 навчальних дисциплін (в тому числі проходження практики чи виконання курсової роботи) за результатами однієї екзаменаційної сесії є підставою для надання студенту права на повторне вивчення зазначених навчальних дисциплін. Порядок повторного вивчення визначається Положенням про порядок повторного вивчення навчальних дисциплін та повторного навчання у ЗНУ: <https://tinyurl.com/y9pkmmp5>. Підстави та процедури відрахування студентів, у тому числі за невиконання навчального плану, регламентуються Положенням про порядок переведення, відрахування та поновлення студентів у ЗНУ: <https://tinyurl.com/ycds57la>.

ВИРІШЕННЯ КОНФЛІКТІВ. Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, регламентуються Положенням про порядок і процедури вирішення конфліктних ситуацій у ЗНУ: <https://tinyurl.com/57wha734>. Конфліктні ситуації, що виникають у сфері стипендіального забезпечення здобувачів вищої освіти, вирішуються стипендіальними комісіями факультетів, коледжів та університету в межах їх повноважень, відповідно до: Положення про порядок призначення і виплати академічних стипендій у ЗНУ: <https://tinyurl.com/yd6bq6p9>; Положення про призначення та виплату соціальних стипендій у ЗНУ: <https://tinyurl.com/y9r5dpwh>.

ПСИХОЛОГІЧНА ДОПОМОГА. Телефон довіри практичного психолога **Марті Ірини Вадимівни** (061) 228-15-84, (099) 253-78-73 (щоденно з 9 до 21).

УПОВНОВАЖЕНА ОСОБА З ПИТАНЬ ЗАПОБІГАННЯ ТА ВИЯВЛЕННЯ КОРУПЦІЇ
Запорізького національного університету: **Банах Віктор Аркадійович**

Електронна адреса: y_banakh@znu.edu.ua

Гаряча лінія: тел. (061) 227-12-76, факс 227-12-88

РІВНІ МОЖЛИВОСТІ ТА ІНКЛЮЗИВНЕ ОСВІТНЄ СЕРЕДОВИЩЕ. Центральні входи усіх навчальних корпусів ЗНУ обладнані пандусами для забезпечення доступу осіб з



інвалідністю та інших маломобільних груп населення. Допомога для здійснення входу у разі потреби надається черговими охоронцями навчальних корпусів. Якщо вам потрібна спеціалізована допомога, будь ласка, зателефонуйте (061) 228-75-11 (начальник охорони). Порядок супроводу (надання допомоги) осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення у ЗНУ: <https://tinyurl.com/ydhcsagx>.

РЕСУРСИ ДЛЯ НАВЧАННЯ

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА: <http://library.znu.edu.ua>. Графік роботи абонементів: понеділок-п'ятниця з 08.00 до 16.00; вихідні дні: субота і неділя.

СИСТЕМА ЕЛЕКТРОННОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАННЯ (MOODLE):
<https://moodle.znu.edu.ua>

Якщо забули пароль/логін, направте листа з темою «Забув пароль/логін» за адресою: moodle.znu@znu.edu.ua.

У листі вкажіть: прізвище, ім'я, по-батькові українською мовою; шифр групи; електронну адресу.

Якщо ви вказували електронну адресу в профілі системи Moodle ЗНУ, то використовуйте посилання для відновлення паролю <https://moodle.znu.edu.ua/mod/page/view.php?id=133015>.

ЦЕНТР ІНТЕНСИВНОГО ВИВЧЕННЯ ІНОЗЕМНИХ МОВ: <http://sites.znu.edu.ua/child-advance/>

ЦЕНТР НІМЕЦЬКОЇ МОВИ, ПАРТНЕР ГЕТЕ-ІНСТИТУТУ:
<https://www.znu.edu.ua/ukr/edu/ocznu/nim>

ШКОЛА КОНФУЦІЯ (ВИВЧЕННЯ КИТАЙСЬКОЇ МОВИ):
<http://sites.znu.edu.ua/confucius>