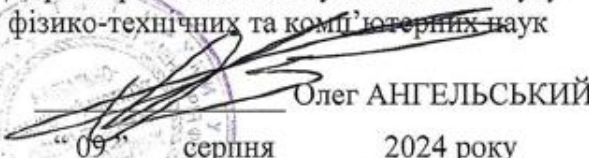


Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
Навчально-науковий інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук
Кафедра термоелектрики та медичної фізики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Директор навчально-наукового інституту
фізико-технічних та комп'ютерних наук


Олег АНГЕЛЬСЬКИЙ

“09” серпня 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни

Фізичні методи заощадження та акумулювання енергії
(вибіркова)

Освітньо-наукова програма Прикладна фізика та наноматеріали

Спеціальність 105 Прикладна фізика та наноматеріали

Галузь знань 10 Природничі науки

Рівень вищої освіти Другий (магістерський)

Навчально-науковий інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук

Мова навчання Українська

Чернівці 2024 рік

Робоча програма навчальної дисципліни **«Фізичні методи заощадження та акумулювання енергії»** складена відповідно до освітньо-наукової програми **«Прикладна фізика та наноматеріали»** підготовки здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю 105 Прикладна фізика та наноматеріали галузі знань 10 Природничі науки, затвердженої Вченою радою Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича (Протокол № 5 від «29» травня 2023 року).

Розробник:

Константинович Іван Аурелович, доцент, кандидат фізико-математичних наук, доцент.

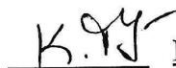
Викладач:

Константинович Іван Аурелович, доцент, кандидат фізико-математичних наук, доцент.

Погоджено з гарантом ОП і затверджено на засіданні кафедри термоелектрики та медичної фізики ННІФТКН ЧНУ імені Юрія Федьковича

Протокол № 1 від 09 серпня 2024 року

В.о. завідувача кафедри



Кобилянський Р.Р.

Схвалено методичною радою ННІФТКН

Протокол № 1 від 09 серпня 2024 року

Голова методичної ради ННІФТКН



Козярський І.П.

Пояснювальна записка

Мета навчальної дисципліни: ознайомити студентів з фізичними принципами та сучасними технологіями заощадження і акумулювання енергії, включаючи механічні, термічні, електрохімічні та інші методи. Курс спрямований на формування уявлення про ефективне використання енергоресурсів, розвиток навичок аналізу та вибору оптимальних способів збереження енергії в різних технічних і побутових системах.

Пререквізити. Для ефективного засвоєння даної дисципліни будуть корисні знання, отримані студентом з матеріалів курсу «Фізичні основи нетрадиційних та альтернативних джерел енергії». У подальшому знання дисципліни будуть корисні для якісного засвоєння матеріалу з курсу «Інформаційно-енергетична теорія вимірювань» та написання магістерської роботи.

Завдання вивчення навчальної дисципліни:

- формування у студентів системи базових знань про фізичні процеси, явища, на основі яких створені накопичувачі енергії та розуміння закономірностей їх протікання;
- вивчення студентами фізичних процесів, що лежать в основі теплових, електрохімічних, індуктивних, ємнісних, механічних та інших накопичувачів енергії;
- вироблення умінь проводити науково-методичний аналіз інформації, планувати науково-навчальну роботу з предмету;
- формування у студентів вміння розв'язувати складні практичні задачі сучасної енергетики.

Результати навчання

Відповідно до освітньо-професійної програми «Прикладна фізика та наноматеріали», вивчення дисципліни «Фізичні методи заощадження та акумулювання енергії» сприяє формуванню у здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти таких *компетентностей*:

Загальні компетентності (ЗК)

- ЗК1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- ЗК4. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
- ЗК6. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК9. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Фахові компетентності (ФК)

ФК1. Здатність використовувати закони й принципи прикладної фізики та наноматеріалів у поєднанні із потрібними вищого рівня математичними інструментами для опису природних явищ.

ФК3. Здатність будувати відповідні моделі природних явищ, досліджувати їх для отримання нових висновків та поглиблення розуміння природи.

ФК7. Здатність сприймати новоздобуті знання в області прикладної фізики та наноматеріалів та інтегрувати їх із уже наявними.

ФК9. Здатність ефективно використовувати на практиці різні теорії в області навчання.

ФК13. Здатність використовувати знання з фізико-технологічних основ створення і використання термоелектричних джерел живлення з відновлювальними джерелами енергії.

Програмних результатів навчання (ПР):

ПРН 1. Знання і розуміння фізичних принципів роботи, конструкцій та параметрів нетрадиційних і альтернативних джерел енергії; механічні, гідравлічні і гідродинамічні, хімічні, електрохімічні, електричні і теплові акумулятори енергії; фізичні методи енергозбереження при передачі електричної, теплової, механічної енергії.

ПРН 2. Знання і розуміння загальної теорії термоелектричних перетворювачів енергії та фізичних основ їх роботи; визначення термодинамічної ефективності перетворення енергії; перехідні процеси в термоелектричних приладах.

ПРН 8. Вміти застосовувати отримані знання для вирішення конкретних науково-дослідних, інформаційно-пошукових, дослідно-конструкторських, виробничих, методичних та інших завдань.

ПРН 9. Вміти аналізувати та прогнозувати основні напрямки розвитку фундаментальної та прикладної фізики, новітні комп'ютерні технології; розробляти нові принципи комп'ютерного забезпечення фізичного експерименту; комп'ютерне моделювання фізичних процесів; планування, організація і проведення науково-дослідної роботи та складання науково-дослідних звітів.

ПРН 11. Здатність використовувати набуті теоретичні знання і практичні навички у галузі

фізики, природничих і технологічних наук.

ПРН 14. Вміти використовувати набуті теоретичні знання й практичні навички для вирішення прикладних задач у галузі фізики.

ПРН 15. Здатність формування і вирішення фізичних завдань виробничо-технологічного характеру; проведення статистичної обробки результатів фізичних вимірювань; використання сучасних комп'ютерних пристроїв, фізичних приладів, учбового, лабораторного, наукового і виробничого обладнання; планування і організація технологічних процесів виробництва, необхідних матеріалів, виробів і приладів; здійснення контролю якості; вивчення та усунення причин можливих порушень технології

ПРН 16. Здатність по вдосконаленню технологічних процесів та обладнання з метою підвищення їх ефективності та економічності, введення нових, більш сучасних, пристроїв, систем та технологій

ПРН 17. Здатність планувати, організовувати і вести науково-дослідну роботу, користуватись сучасними методами аналізу і вивчення фізичних явищ і процесів; формувати і вирішувати фізичні завдання дослідного і прикладного характеру; проводити статистичну обробку результатів фізичних вимірювань; здійснювати математичне моделювання за допомогою ЕОМ і планування експериментів; вести науково технічну документацію і оформляти звіти.

Опис змісту робочої програми навчальної дисципліни

Загальна інформація про розподіл годин

Назва навчальної дисципліни Фізика (Ч.2)												
Форма навчання	Рік підготовки	Семестр	Кількість			Кількість годин						Вид підсумкового контролю
			кредитів	годин	Змістових модулів	лекції	практичні	семінарські	лабораторні	самостійна робота	індивідуальні завдання	
Денна	1	2	6	180	2	30	–	–	30	120	–	залік

Структура змісту навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем навчальних занять	Кількість годин					
	денна форма					
	Усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
Змістовий модуль 1. Теплові, хімічні, біологічні, електрохімічні НЕ						
Тема 1. Заощадження енергії	24	2		2	–	20
Тема 2. Теплові акумулятори енергії.	18	2		4	–	12
Тема 3. Хімічне акумулювання енергії.	14	2		4	–	8
Тема 4. Біологічне акумулювання енергії.	18	2			–	16
Тема 5. Електрохімічні акумулятори енергії.	16	4		4	–	8
Разом за ЗМ1	90	12		14	–	64
Змістовий модуль 2. Індуктивні, ємнісні, механічні, електромеханічні НЕ						
Тема 6. Індуктивне акумулювання енергії.	24	4		4	–	16
Тема 7. Ємнісні накопичувачі енергії.	16	4		4	–	8
Тема 8. Механічне акумулювання енергії.	24	4		4	–	16
Тема 9. Електродинамічні накопичувачі енергії.	10	2		2	–	6

Тема 10. Електромеханічні накопичувачі енергії.)	14	2		2	–	10
Разом за ЗМ 2	90	18		16	–	56
Усього годин	180	30		30	–	120

Тематика лекційних занять з переліком питань

№	Назва теми лекції
1.	<i>Т1. Заощадження енергії</i> Л1. Вступ. Види енергії. Способи виробництва енергії, фізика перетворення енергії. Типи накопичувачів енергії.
2.	<i>Т2. Теплові акумулятори енергії. (ТНЕ)</i> Л2. Акумулятори теплоти теплогенеруючих установок систем теплопостачання. Види теплових акумуляторів, практичне використання.
3.	<i>Т3. Хімічне акумулювання енергії.</i> Л3. Воднева енергетика. Електро-водневий генератор. Паливні елементи. Класифікація та механізм роботи ПЕ. Перспективи використання ПЕ.
4.	<i>Т4. Біологічне акумулювання енергії. (БНЕ)</i> Л4. Біопаливо. Біогазові реактори. Біодизель. Перспективи розвитку, технології та використання.
5.	<i>Т5. Електрохімічні акумулятори енергії.</i> Л5. Електрохімічні акумулятори. Види акумуляторів. Порівняльні характеристики різних типів акумуляторів. Перспективи розвитку та практичне використання електрохімічних акумуляторів.
6.	<i>Т5. Електрохімічні акумулятори енергії.</i> Л6. Електрохімічні методи перетворення енергії. Електронно-іонні моделі електрохімічних процесів перетворення енергії.
7.	<i>Т6. Індуктивне акумулювання енергії.</i> Л7. Загальні відомості про індуктивні накопичувачі енергії. Особливості розрахунку індуктивностей, магнітних полів і електродинамічних зусиль в ІН.
8.	<i>Т6. Індуктивне акумулювання енергії.</i> Л8. Основні типи ІН, їх параметри і показники. ІН у вигляді циліндричних котушок прямокутного перерізу. Котушка Брукса. Відносна енергія основних типів ІН при однаковому об'єму дроту. Практичне використання ІН.
9.	<i>Т7. Ємнісні накопичувачі енергії. (ЄНЕ)</i> Л9. Основні відомості про ємнісні накопичувачі і характеристика їх роботи. Практичне використання.
10.	<i>Т7. Ємнісні накопичувачі енергії. (ЄНЕ)</i> Л10. Конденсатори для ЄН. Загальні відомості про фізичні процеси у конденсаторах. Будова конденсаторів ЄН. Основні типи зарядних пристроїв.
11.	<i>Т8. Механічне акумулювання енергії. (МНЕ)</i> Л11. Загальні принципи технічного застосування механічних накопичувачів енергії. Типи механічних накопичувачів енергії. Використання МНЕ в енергетиці.
12.	<i>Т8. Механічне акумулювання енергії. (МНЕ)</i> Л12. Пружно-механічні накопичувачі енергії. Газобалонні накопичувачі. Гравітаційно-гідролічні накопичувачі енергії. Гравітаційні механічні накопичувачі енергії
13.	<i>Т9. Електродинамічні накопичувачі енергії. (ЕДНЕ)</i> Л13. Загальна характеристика робочих процесів у електродинамічних накопичувачах енергії. Типи та практичне застосування.
14.	<i>Т10. Електромеханічні накопичувачі енергії. (ЕМНЕ)</i> Л14. Загальні відомості про електромеханічні накопичувачі енергії.

15.	<i>T10. Електромеханічні накопичувачі енергії. (ЕМНЕ)</i> Л15. ЕМ постійного струму. ЕМ змінного струму.
-----	---

Тематика лабораторних занять з переліком питань

№	Назва теми (завдання)
1.	<i>T1. Заощадження енергії</i> Ознайомлення з лабораторією. Проходження інструктажів з ТБ, ПБ та ОП. ЛР1. Розрахунок акумуляторної спроможності Дністровської ГАЕС.
2.	<i>T2. Теплові акумулятори енергії. (ТНЕ)</i> ЛР2. Визначення теплової ємності теплового акумулятора, побудованого на основі фазового переходу парафіну
3.	<i>T3. Хімічне акумулювання енергії.</i> ЛР3. Визначення кількості тепла, що утворюється при згорянні газового палива, тепловий та електричний ККД для ТЕГ-100.
4.	<i>T3. Хімічне акумулювання енергії.</i> ЛР4. Визначення кількості тепла, що утворюється при згорянні спирту та ККД приладу для демонстрації термоелектричних ефектів.
5.	<i>T5. Електрохімічні акумулятори енергії.</i> ЛР5. Визначення зарядно-розрядних характеристик літій-іонних акумуляторів
6.	<i>T6. Індуктивне акумулювання енергії.</i> ЛР6. Дослідження характеристик індуктивних накопичувачів
7.	<i>T7. Ємнісні накопичувачі енергії. (ЄНЕ)</i> ЛР5. Визначення ємнісних характеристик конденсатора
8.	<i>T8. Механічне акумулювання енергії. (МНЕ)</i> ЛР8. Перевірка надійності модуля космічного призначення.
9.	<i>T9. Електродинамічні накопичувачі енергії. (ЕДНЕ)</i> ЛР9. Дослідження характеристик електродинамічних накопичувачів енергії
10.	<i>T10. Електромеханічні накопичувачі енергії. (ЕМНЕ)</i> ЛР10. Дослідження характеристик електромеханічних накопичувачів енергії

Контроль виконання завдань, винесених на підготовку та виконання лабораторних занять, виконання необхідних розрахунків проводиться в рамках модульних контролів, переглядом звітів з виконання лабораторних робіт та самим захистом студентами лабораторних робіт. Цикл лабораторних робіт складається з 10 повноцінних лабораторних робіт, кожна лабораторна робота оцінюється в 2 бали: 1 бал за виконання роботи і 1 бал за захист. У сумі 20 балів.

Завдання для самостійної роботи студентів

№	Завдання для самостійної роботи (види роботи)
1.	Використання тепла океану.
2.	Освоєння енергії вітру.
3.	Пошук шляхів акумулювання сонячного тепла.
4.	Одержання і використання біомаси і біогазу.
5.	Шляхи удосконалення спалювання деревини.
6.	Альтернативні джерела енергії і енергозберігаючі технології.
7.	Біопаливо. Класифікація біопалива.
8.	Піроліз і інші термохімічні процеси (БНЕ). Фотосинтез. Розвиток та використання біопалива в Україні та світі.
9.	Неорганічні сполуки як акумулятори енергії.

10.	Водень – методи отримання та акумулювання (ХНЕ).
11.	Динамічний режим акумуляторних батарей.
12.	Електроенергетичні установки з електрохімічним акумулятором (ЕХНЕ).
13.	Загальні принципи технічного застосування динамічних механічних акумуляторів енергії.
14.	Пристрої і установки на базі інерційних механічних акумуляторів енергії (МНЕ).
15.	Основні типи індуктивних накопичувачів енергії (ІНЕ). Енергетичні процеси в індуктивних накопичувачах енергії.
16.	Конденсатори для ємнісних накопичувачів енергії. Іоністори.
17.	Пристрої і установки з електромеханічними накопичувачами енергії (ЕМНЕ).

Контроль виконання завдань, винесених на самостійне опрацювання проводиться в рамках модульного контролю. Бали за цю роботу входять у загальну кількість балів за конкретний модуль.

Методи навчання

Методи навчання:

лекції: проблемний виклад, частково-пошукові та дослідницькі методи, презентації, бесіди і дискусії;

лабораторні заняття: метод проблемного підходу, дослідницький метод.

Самостійна робота студентів передбачає: конспектування лекційного матеріалу; вивчення теоретичного матеріалу лекційних занять та опрацювання літературних джерел, рекомендованих цією програмою; проведення розрахунків та підготовку звітів з лабораторних робіт.

Інтерактивні методи навчання: застосуванням електронних мультимедійних комплексів навчальних дисциплін та ресурсів, а також платформи для дистанційного навчання Moodle (<https://moodle.chnu.edu.ua>).

Форми навчальних занять: лекції, лабораторні заняття, консультації.

Система контролю та оцінювання

Методи контролю

У процесі оцінювання навчальних досягнень застосовуємо методи усного і письмового контролю, зокрема такі **засоби оцінювання** та демонстрування результатів навчання:

- *засоби усного контролю:* індивідуальне опитування, фронтальне опитування, презентації результатів виконаних завдань;
- *засоби письмового контролю:* контрольні роботи, тестування, самостійні роботи, виконання та захист лабораторних;
- *засоби самоконтролю:* уміння самостійно оцінювати свої знання, самоаналіз.

У разі проведення навчального процесу та оцінювання у дистанційній формі використовуються засоби Moodle (у тому числі тестування; <https://moodle.chnu.edu.ua>).

Система оцінювання знань є накопичувальною (складається із суми балів за різними видами здійсненого контролю).

Форми контролю

Основними формами поточного контролю є:

- усні відповіді студентів;
- виконання тестових завдань з метою перевірки рівня засвоєння теоретичного матеріалу за навчальними темами;
- усна відповідь студента при здачі лабораторної роботи;
- виконання модульної контрольної роботи (тестування та розв'язання навчально-професійних задач).

Зазначені форми контролю на лекційних та лабораторних заняттях є обов'язковими для всіх студентів.

Форма підсумкового контролю – залік.

Критерії оцінювання поточного та підсумкового контролю навчальних досягнень студентів

Критерії оцінювання навчальних досягнень студентів за результатами поточного контролю

Критеріями оцінювання навчальних досягнень студентів за результатами поточного контролю є:

- Знання теоретичного матеріалу
- Практичні навички
- Самостійність і критичне мислення
- Якість виконання завдань
- Активність на заняттях
- Дотримання термінів виконання завдань
- Академічна доброчесність

Розподіл балів, які отримують студенти за модулі

Поточне оцінювання (аудиторна та самостійна робота)		Кількість балів (залік)	Сумарна кількість балів
Змістовий модуль №1	Змістовий модуль №2		
T1,T2, T3,T4,T5	T6,T7,T8,T9,T10		
30	30	40	100

T1,T2, T3,T4,T5,T6,T7,T8 – теми змістових модулів.

Критерії підсумкового оцінювання результатів навчання студентів з навчальної дисципліни

Критерієм підсумкового оцінювання є досягнення студентом певних знань передбаченим результатом навчання, коли студент опанував теоретичними та практичними знаннями навчальної дисципліни.

На залік виносяться питання теоретичних знань і практичних навиків студентів з навчальної дисципліни. Залікові білети містять два теоретичних питання.

Теоретичні питання (пункт 1 і 2 білетів) оцінюються максимальною кількістю балів рівною 20 за наступними критеріями:

- ◆ **16-20 балів:** коли студентом дані правильні вичерпні відповіді на всі поставлені запитання, уміло застосовані теоретичні знання, висвітлені питання не за завченою схемою, а своїми словами, з глибоким розумінням всіх основних процесів перетворення та акумулювання енергії вимірювальних пристроях.
- ◆ **11-15 балів:** коли студентом дані правильні відповіді на всі поставлені запитання, але відповіді не зовсім повні, в окремих випадках допущені незначні неточності у формулюванні закономірностей чи у записах аналітичних виразів пов'язаних з перетворенням та акумулюванням енергії, окремі моменти не дістали належного з'ясування.
- ◆ **6-10 балів:** коли відповідь студента правильна і становить більше половини матеріалу, що містять питання згідно програми, але присутні істотні помилки у поясненні основних явищ пов'язаних з перетворенням та акумулюванням енергії.
- ◆ **0-5 балів:** коли не дано правильні відповіді на поставлені запитання, або відповіді надто поверхові, непослідовні і неточні, виявляють незнання студентом програмного матеріалу, містять грубі помилки, що свідчить про нерозуміння основних понять та явищ пов'язаних з перетворенням та акумулюванням енергії.

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Рейтингова оцінка з дисципліни	Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за національною шкалою
90-100	A	5 (відмінно)
80-89	B	4 (добре)
70-79	C	4 (добре)
60-69	D	3 (задовільно)
50-59	E	3 (задовільно)
35-49	Fx	2 (незадовільно) з можливістю повторного складання
1-34	F	2 (незадовільно) з обов'язковим самостійним повторним опрацюванням освітнього компонента до перескладання

Критерії підсумкової оцінки як показника результатів вивчення навчальної дисципліни

Згідно шкали ЄКТС загальна кількість балів, яку студент може отримати у процесі вивчення дисципліни, становить 100 балів, з яких 60 балів студент набирає при поточних видах контролю і 40 балів – у процесі підсумкового контролю (залік).

Таким чином знання студентів оцінюється як з теоретичної, так і з практичної підготовки за такими критеріями:

«A» 90-100 балів ставиться у разі, якщо студент:	– постійно готувався до занять та згідно з програмою дисципліни; – глибоко та всебічно розкривав зміст питань; – показав уміння формулювати висновки, узагальнювати та аналізувати навчальний матеріал; – показав уміння вільно виконувати завдання; – переконливо та логічно викладав матеріал, проявляв творчий підхід до підготовки до лабораторних робіт; – належним чином виконував завдання для самостійної роботи; – виконав завдання модульного контролю або допускав при усних відповідях та тестуванні окремі незначні неточності.
«B» 80-89 балів ставиться у разі, якщо студент:	– розкривав згідно з програмою дисципліни зміст питань; – робив узагальнення та висновки з окремих питань; – виконав усі лабораторні роботи; – виконував завдання для самостійної роботи; – виконав завдання модульного контролю, але недостатньо використовував додаткову літературу; – при усних відповідях не досить повно і аргументовано викладав матеріал, а при тестуванні мали місце окремі неточності; – не проявив творчий підхід до виконання індивідуальних завдань та наукових повідомлень.
«C» 70-79 балів ставиться у разі, якщо студент:	– розкривав згідно з програмою дисципліни зміст питань; – виконував завдання для самостійної роботи; – виконав завдання модульного контролю, але допускав окремі неточності при усних відповідях, тестуванні; – не проявляв належної активності на лекційних та лабораторних заняттях, недостатньо використовував додаткову літературу; неохайно виконував завдання лабораторних робіт.
«D»	– відповідав на окремі питання, які обговорювалися; – формулював висновки з окремих питань;

60-69 ставиться у разі, якщо студент:	– виконував завдання для самостійної роботи; – виконав завдання модульного контролю, але допускав окремі неточності; – не проявляв належної активності на лабораторних заняттях та старанності при виконанні завдань для самостійної роботи; – недостатньо використовував додаткову літературу; – виконав не всі завдання для самостійної роботи, або не виконав хоча б одну лабораторну роботу.
«Е» 50-59 балів ставиться у разі, якщо студент:	– відповідав на окремі питання, які обговорювалися; – виконував окремі завдання для самостійної роботи; – виконав завдання модульного контролю, але допускав неточності при усних відповідях (будуючи свою відповідь на звичайному повторенні навчального матеріалу без його осмислення), тестуванні; – не проявляв належної активності на лабораторних заняттях, старанності при виконанні завдань для самостійної роботи; – недостатньо використовував основну та додаткову літературу; – виконав не всі лабораторні роботи; – не належним чином виконував індивідуальні завдання.
«Fх» 35-49 балів ставиться у разі, якщо студент:	– поверхнево розкривав зміст питань, які розглядалися; – допускав суттєві помилки при усних та письмових відповідях; – поверхнево ознайомився з рекомендованою літературою; – частково виконав завдання для самостійної роботи; – допускав принципові помилки під час виконання завдань; – не виконував лабораторні роботи; – не виконав завдання модульного контролю.
«F» 1-34 балів ставиться у разі, якщо студент:	– поверхнево розкривав зміст питань, які розглядалися; – допускав суттєві помилки при усних та письмових відповідях, тестуванні; – поверхнево ознайомився з рекомендованою літературою; – не виконав завдання для самостійної роботи; – не виконував лабораторні роботи; – на підсумковому занятті не вміє відтворити зміст окремих питань, передбачених програмою дисципліни; – не виконав завдання модульного контролю.

**Перелік питань для самоконтролю та контролю навчальних
досягнень студентів з навчальної дисципліни**
Питання для поточного контролю

Модуль 1

1. Назвіть основні види енергії, що використовуються людством.
2. Назвіть основні методи збереження і транспортування енергії.
3. На яких фізичних принципах базуються основні методи акумулювання енергії?
4. Дайте обґрунтування мети заощадження енергії.
5. Що таке енергозберігаючі технології?
6. Дайте визначення палива. Назвіть основні технології отримання палива.
7. Назвіть основні показники органічного палива.
8. Які види палива ви знаєте; що таке первинні енергоресурси?
9. Назвіть основні промислові способи виробництва енергії. Дайте визначення циклу Карно.
10. Назвіть основні відмінності теплової енергії від інших видів енергії.
11. Поясніть суть процесу перетворення теплової енергії в механічну.
12. Поясніть принцип роботи теплової та гідравлічної електростанцій.
13. Наведіть фактори, що впливають на ККД теплових електростанцій та електроцентралей.
14. Поясніть принцип роботи атомної електростанції. Атомне паливо, біологічний захист.
15. Поясніть причини виникнення парникового ефекту, способи його усунення.
16. Охарактеризуйте сучасний стан водневої енергетики у світі.

17. Назвіть переваги водневого палива.
18. Охарактеризуйте відомі способи розкладу води: хімічний, електрохімічний, електроліз.
19. Поясніть принцип роботи водневого генератора.
20. Наведіть перспективи використання електроводневого генератора.
21. Назвіть потенційні та традиційні області застосування водневого палива.
22. Назвіть основні методи акумулювання водню.
23. Опишіть принцип роботи паливного елемента.
24. Наведіть конструктивну схему паливного елемента.
25. Наведіть основні типи та класифікацію паливних елементів за видом електроліту.
26. Наведіть класифікацію ПЕ за робочою температурою. Наведіть значення їх ККД.
27. Дайте визначення теплового акумулятора, наведіть значення ККД теплових акумуляторів.
28. Наведіть типи теплових акумуляторів з рухомою і нерухомою матрицями.
29. Наведіть схеми каналних теплових акумуляторів.
30. Охарактеризуйте підземні акумулятори тепла (горизонтальні, вертикальні, з водоносним горизонтом).
31. Дайте характеристику тепловим акумуляторам, де використано теплоту плавлення речовин.
32. Наведіть приклади речовин з фазовим переходом для теплових акумуляторів.
33. Наведіть схеми капсульних та кожухотрубних ТА.
34. Наведіть схеми ТА з скребковим, ультразвуковим видаленням ТАМ та випарно-конвективним перенесенням тепла.
35. Перерахуйте вимоги до ТАМ.
36. Наведіть схеми ТА для систем опалення (котлів).

Модуль 2

1. Дайте визначення електрохімічним акумуляторам енергії.
2. Опишіть електрохімічні процеси, що протікають в електрохімічних акумуляторах (окиснення, відновлення). Рівняння Нерста.
3. Назвіть основні типи електрохімічних акумуляторів.
4. Дайте визначення електрохімічної системи.
5. Назвіть основні показники електрохімічних акумуляторів.
6. Дайте визначення фотосинтезу. Наведіть рівняння реакції та схему синтезу.
7. Наведіть основні технології одержання біопалива.
8. Наведіть переваги та недоліки біодизельного палива.
9. Охарактеризуйте октанове та цитанове числа.
10. Дайте визначення механічних накопичувачів енергії (МНЕ).
11. Наведіть основні типи механічних накопичувачів енергії.
12. Наведіть схему та принцип дії пружинно-механічних НЕ.
13. Охарактеризуйте газобалонні та водонапірні НЕ.
14. Охарактеризуйте динамічні інерційні НЕ. Металеві та багатошарові маховики: переваги, недоліки.
15. Які існують основні типи індуктивних накопичувачів енергії?
16. Охарактеризуйте основні типи індуктивних накопичувачів енергії.
17. Які енергетичні процеси відбуваються в індуктивних накопичувачах енергії?
18. Перерахуйте області застосування індуктивних накопичувачів енергії.
19. Тороїдні індуктивні накопичувачі енергії.
20. Сферичні індуктивні накопичувачі енергії.
21. Індуктивні накопичувачі у вигляді циліндричних котушок прямокутного перерізу. Котушка Брукса.
22. Індуктивні накопичувачі у вигляді тонкого соленоїду.

23. Роль вихрових струмів у індуктивних накопичувачах.
24. Поясніть принципи роботи ємнісного накопичувача енергії.
25. Якими параметрами характеризуються зарядно-розрядні процеси в ємнісних накопичувачах?
26. Які конденсатори використовують для ємнісних накопичувачів енергії?
27. Які діелектричні матеріали використовують у конденсаторах ємнісних накопичувачів енергії?
28. Загальні відомості про фізичні процеси в конденсаторах.
29. Формули для розрахунку ємності простих конденсаторів (плоский, циліндричний, сферичний).
30. Мета регулювання зарядних процесів у ємнісних накопичувачах.
31. Будова конденсаторів ємнісних накопичувачів.
32. Теплові процеси в конденсаторах ємнісних накопичувачів.
33. Основні типи зарядних пристроїв ємнісних накопичувачів.
34. Математичні моделі ємнісних накопичувачів.
35. Іоністори, переваги та недоліки.
36. Охарактеризуйте принцип дії установок з електромеханічними накопичувачами енергії.
37. Позитивні якості електричних машин постійного струму.
38. Позитивні якості електричних машин змінного струму.
39. Пристрої та установки з ЄМН (машини змінного струму та вентиляльні машини).
40. Пристрої та установки з ЄМН (уніполярні електричні машини).
41. Що таке електродинамічні накопичувачі енергії?
42. Характеристики електродинамічних накопичувачів.
43. Активна зона електродинамічних накопичувачів.
44. Алгоритм електромагнітного розрахунку ЕДН.

Питання для підсумкового контролю

1. Назвіть основні види енергії, що використовуються людством.
2. Назвіть основні методи збереження і транспортування енергії.
3. На яких фізичних принципах базуються основні методи акумулювання енергії?
4. Дайте обґрунтування мети заощадження енергії.
5. Що таке енергозберігаючі технології?
6. Дайте визначення палива. Назвіть основні технології отримання палива.
7. Назвіть основні показники органічного палива.
8. Які види палива ви знаєте; що таке первинні енергоресурси?
9. Назвіть основні промислові способи виробництва енергії. Дайте визначення циклу Карно.
10. Назвіть основні відмінності теплової енергії від інших видів енергії.
11. Поясніть суть процесу перетворення теплової енергії в механічну.
12. Поясніть принцип роботи теплової та гідравлічної електростанцій.
13. Наведіть фактори, що впливають на ККД теплових електростанцій та електроцентралей.
14. Поясніть принцип роботи атомної електростанції. Атомне паливо, біологічний захист.
15. Поясніть причини виникнення парникового ефекту, способи його усунення.
16. Охарактеризуйте сучасний стан водневої енергетики у світі.
17. Назвіть переваги водневого палива.
18. Охарактеризуйте відомі способи розкладу води: хімічний, електрохімічний, електроліз.
19. Поясніть принцип роботи водневого генератора.
20. Наведіть перспективи використання електроводневого генератора.
21. Назвіть потенційні та традиційні області застосування водневого палива.
22. Назвіть основні методи акумулювання водню.
23. Опишіть принцип роботи паливного елемента.

24. Наведіть конструктивну схему паливного елемента.
25. Наведіть основні типи та класифікацію паливних елементів за видом електроліту.
26. Наведіть класифікацію ПЕ за робочою температурою. Наведіть значення їх ККД.
27. Дайте визначення теплового акумулятора, наведіть значення ККД теплових акумуляторів.
28. Наведіть типи теплових акумуляторів з рухомою і нерухомою матрицями.
29. Наведіть схеми каналних теплових акумуляторів.
30. Охарактеризуйте підземні акумулятори тепла (горизонтальні, вертикальні, з водоносним горизонтом).
31. Дайте характеристику тепловим акумуляторам, де використано теплоту плавлення речовин.
32. Наведіть приклади речовин з фазовим переходом для теплових акумуляторів.
33. Наведіть схеми капсульних та кожухотрубних ТА.
34. Наведіть схеми ТА з скребковим, ультразвуковим видаленням ТАМ та випарно-конвективним перенесенням тепла.
35. Перерахуйте вимоги до ТАМ.
36. Наведіть схеми ТА для систем опалення (котлів).
37. Дайте визначення електрохімічним акумуляторам енергії.
38. Опишіть електрохімічні процеси, що протікають в електрохімічних акумуляторах (окиснення, відновлення). Рівняння Нерста.
39. Назвіть основні типи електрохімічних акумуляторів.
40. Дайте визначення електрохімічної системи.
41. Назвіть основні показники електрохімічних акумуляторів.
42. Дайте визначення фотосинтезу. Наведіть рівняння реакції та схему синтезу.
43. Наведіть основні технології одержання біопалива.
44. Наведіть переваги та недоліки біодизельного палива.
45. Охарактеризуйте октанове та цитанове числа.
46. Дайте визначення механічних накопичувачів енергії (МНЕ).
47. Наведіть основні типи механічних накопичувачів енергії.
48. Наведіть схему та принцип дії пружинно-механічних НЕ.
49. Охарактеризуйте газобалонні та водонапірні НЕ.
50. Охарактеризуйте динамічні інерційні НЕ. Металеві та багатошарові маховики: переваги, недоліки.
51. Які існують основні типи індуктивних накопичувачів енергії?
52. Охарактеризуйте основні типи індуктивних накопичувачів енергії.
53. Які енергетичні процеси відбуваються в індуктивних накопичувачах енергії?
54. Перерахуйте області застосування індуктивних накопичувачів енергії.
55. Тороїдні індуктивні накопичувачі енергії.
56. Сферичні індуктивні накопичувачі енергії.
57. Індуктивні накопичувачі у вигляді циліндричних котушок прямокутного перерізу. Котушка Брукса.
58. Індуктивні накопичувачі у вигляді тонкого соленоїду.
59. Роль вихрових струмів у індуктивних накопичувачах.
60. Поясніть принципи роботи ємнісного накопичувача енергії.
61. Якими параметрами характеризуються зарядно-розрядні процеси в ємнісних накопичувачах?
62. Які конденсатори використовують для ємнісних накопичувачів енергії?
63. Які діелектричні матеріали використовують у конденсаторах ємнісних накопичувачів енергії?
64. Загальні відомості про фізичні процеси в конденсаторах.
65. Формули для розрахунку ємності простих конденсаторів (плоский, циліндричний,

- сферичний).
66. Мета регулювання зарядних процесів у ємнісних накопичувачах.
 67. Будова конденсаторів ємнісних накопичувачів.
 68. Теплові процеси в конденсаторах ємнісних накопичувачів.
 69. Основні типи зарядних пристроїв ємнісних накопичувачів.
 70. Математичні моделі ємнісних накопичувачів.
 71. Іоністори, переваги та недоліки.
 72. Охарактеризуйте принцип дії установок з електромеханічними накопичувачами енергії.
 73. Позитивні якості електричних машин постійного струму.
 74. Позитивні якості електричних машин змінного струму.
 75. Пристрої та установки з ЄМН (машини змінного струму та вентильні машини).
 76. Пристрої та установки з ЄМН (уніполярні електричні машини).
 77. Що таке електродинамічні накопичувачі енергії?
 78. Характеристики електродинамічних накопичувачів.
 79. Активна зона електродинамічних накопичувачів.
 80. Алгоритм електромагнітного розрахунку ЕДН.

Зарахування результатів неформальної освіти

Відповідно до «Положення про взаємодію формальної та неформальної освіти, визнання результатів навчання (здобутих шляхом неформальної та/або інформальної освіти, в системі формальної освіти) у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича (протокол № 109 від 28 березня 2022 року) (<https://www.chnu.edu.ua/media/Zaykf41y/polozhennia-pro-vzaiemodiiu-formalnoi-ta-neformalnoi-osvity.pdf>) у процесі вивчення дисципліни здобувачу освіти може бути зараховано до 25% балів, отриманих за результатами неформальної та/ або інформальної освіти з проблем, що відповідають тематиці курсу.

Рекомендована література

Основна література

1. Будько В. І., Кудря С. О. Перетворення та акумулювання енергії відновлюваних джерел: курс лекцій [Електронний ресурс]. – Київ: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2022. – 142 с. – Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/53387/1/PAEVD.pdf>
2. Перетворення енергії відновлюваних джерел та її акумулювання: навчальний посібник / В. І. Будько, С. О. Кудря, О. Ю. Слободянюк [та ін.]. – Київ: НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського», 2021. – 132 с. – Режим доступу: <https://www.ela.kpi.ua/bitstream/123456789/48356/1/Peretvorennia.pdf>
3. Енергозбереження в електротехнічних системах енергоспоживання: методичні вказівки до лабораторних робіт / уклад.: В. М. Ковальов, І. В. Ковальова. – Харків: НТУ «ХПІ», 2021. – 68 с. – Режим доступу: https://web.kpi.kharkov.ua/teplo/wp-content/uploads/sites/62/2025/01/Energozberezhennya_v_elektrotehnichnih_sistamah_energospozhyvannya.pdf
4. Савченко О. О. Аналіз застосування систем акумулювання електроенергії в енергосистемах з великим обсягом відновлюваних джерел енергії [Електронний ресурс] // Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна. Серія «Фізика енергетичних процесів і використання плазми». – 2022. – № 1 (37). – С. 67–73. – Режим доступу: <https://energy.karazin.ua/issues/2022/1/article/6673.pdf>
5. Фізика і техніка відновлюваних джерел енергії: метод. вказівки до виконання лаб. робіт / уклад. В. Ф. Резцов. – Київ: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2017. – 92 с. – Режим доступу: <https://www.ive.org.ua/wp-content/uploads/>.
6. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Перетворювання та акумулювання енергії відновлюваних джерел» / уклад.: В. І. Будько, С. О. Кудря. – Київ: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2017. – 56 с. – Режим доступу: <https://www.ive.org.ua/wp-content/uploads/>.

7. Будько В. І. Підвищення ефективності процесу акумулювання електричної енергії відновлюваних джерел в автономних системах електроживлення: дис. ... канд. техн. наук: 05.14.05 / Будько Володимир Іванович. – Київ, 2011. – 170 с. – ІВЕ НАН України.
8. Лило І. В. Проблеми та перспективи впровадження систем акумулювання електричної енергії: магістерська дис. / І. В. Лило. – Київ: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2020. – 78 с. – Режим доступу: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/35845/1/Lylo_magistr.pdf
9. Відновлювана енергетика та енергоефективність у XXI столітті: матеріали XXII Міжнар. наук.-практ. конф., 27–28 верес. 2022 р. – Київ: ІВЕ НАН України, 2022. – 284 с.
10. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Альтернативні джерела енергії» / уклад. І. О. Рибалко, В. В. Кучеренко. – Суми: СумДУ, 2020. – 58 с.
11. Дорошенко О. І., Трофименко О. В. Енергоефективність і поновлювані джерела енергії: навч. посіб. – Київ: Центр учбової літератури, 2019. – 216 с.

Додаткова література

1. Dincer I., Rosen M. A. Thermal Energy Storage: Systems and Applications [Теплове акумулювання енергії: системи та застосування]. – 3rd ed. – Hoboken: John Wiley & Sons, 2021. – 672 p. – DOI: 10.1002/9781119749949
2. Kalaiselvam S., Parameshwaran R. Thermal Energy Storage Technologies for Sustainability: Systems Design, Assessment and Applications [Технології теплового акумулювання для сталого розвитку: проектування систем, оцінка та застосування]. – Amsterdam: Academic Press, 2014. – 416 p. – ISBN: 9780124172913
3. Huggins R. A. Energy Storage: Fundamentals, Materials and Applications [Акумулювання енергії: основи, матеріали та застосування]. – 2nd ed. – Cham: Springer, 2015. – 509 p. – DOI: 10.1007/978-3-319-21239-5
4. Chen H., Cong T. N., Yang W., Tan C., Li Y., Ding Y. Progress in electrical energy storage system: A critical review [Прогрес у системах акумулювання електроенергії: критичний огляд] // Progress in Natural Science. – 2009. – Vol. 19, № 3. – P. 291–312. – DOI: 10.1016/j.pnsc.2008.07.014
5. Sharma A., Tyagi V. V., Chen C. R., Buddhi D. Review on thermal energy storage with phase change materials and applications [Огляд теплового акумулювання з використанням матеріалів фазового переходу та їх застосування] // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2009. – Vol. 13, № 2. – P. 318–345. – DOI: 10.1016/j.rser.2007.10.005
6. Liu J., Wang Y., Chen B., Yang W. A review of flywheel energy storage system technologies and their applications [Огляд технологій систем маховикового акумулювання енергії та їх застосування] // Applied Energy. – 2020. – Vol. 277. – Art. № 115507. – DOI: 10.1016/j.apenergy.2020.115507
7. Wang Q., Zhang H., Zhang X. Recent progress on compressed air energy storage: A review [Сучасний прогрес у сфері акумулювання енергії стисненого повітря: огляд] // Energy Reports. – 2022. – Vol. 8. – P. 689–703. – DOI: 10.1016/j.egyr.2021.12.096
8. Palacin M. R., de Guibert A. Rechargeable lithium batteries and supercapacitors: The future of portable energy storage [Акумуляторні літієві батареї та суперконденсатори: майбутнє портативного акумулювання енергії] // MRS Bulletin. – 2016. – Vol. 41, № 6. – P. 414–422. – DOI: 10.1557/mrs.2016.93
9. Li X., Zhang H., Mai Z., Zhang H., Vankolecom I. F. J. Ion exchange membranes for vanadium redox flow battery (VRB) applications [Іонообмінні мембрани для ванадієвих редокс-акумуляторів] // Energy & Environmental Science. – 2011. – Vol. 4, № 4. – P. 1147–1160. – DOI: 10.1039/C0EE00413D
10. International Renewable Energy Agency (IRENA). Innovation Outlook: Thermal Energy Storage [Перспективи інновацій: теплове акумулювання енергії]. – Abu Dhabi: IRENA, 2020. – 148 p. – URL: <https://www.irena.org/publications>

Інформаційні ресурси

1. Накопичення енергії [Електронний ресурс] // Вікіпедія. – 2024. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Накопичення_енергії
2. Енергозбереження [Електронний ресурс] // Вікіпедія. – 2024. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Енергозбереження>
3. Енергоефективність [Електронний ресурс] // Вікіпедія. – 2024. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Енергоефективність>

Політика щодо академічної доброчесності

Дотримання політики щодо академічної доброчесності учасниками освітнього процесу при вивченні навчальної дисципліни регламентовано такими документами:

- «Етичний кодекс Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича»

<https://www.chnu.edu.ua/media/jxdfs0zb/etychnyi-kodeks-chernivetskoho-natsionalnoho-universytetu.pdf>

- «Положення про виявлення та запобігання академічного плагиату у Чернівецькому національному університету імені Юрія Федьковича»

https://www.chnu.edu.ua/media/f5eleobm/polozhennya-pro-zapobihannia-plahiatu_2024.pdf

Дотримання академічної доброчесності передбачає:

- самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей);
- посилення на джерела інформації у разі використання не авторських ідей, розробок, тверджень, відомостей і т.п.;
- дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права;
- надання достовірної інформації про результати власної наукової діяльності, використанні методики досліджень і джерела інформації.

Порушенням академічної доброчесності вважається:

- академічний плагиат – оприлюднення (частково або повністю) наукових (творчих) результатів, отриманих іншими особами, як результатів власного дослідження (творчості) та/або відтворення опублікованих текстів (оприлюднених творів мистецтва) інших авторів без зазначення авторства;
- фабрикація – вигадкування даних чи фактів, що використовуються в наукових дослідженнях;
- фальсифікація – свідомо зміна чи модифікація вже наявних даних, що стосуються наукових досліджень.

За порушення академічної доброчесності здобувачі освіти можуть бути притягнені до такої академічної відповідальності:

- повторне проходження оцінювання (модульний контроль, іспит, залік тощо);
- повторне проходження відповідного освітнього компонента освітньої програми.