

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**ІНЖЕНЕРНО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ, ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ ТА
ЕЛЕКТРОМЕХАНІКИ**

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В АПК

методичні рекомендації

для виконання практичних робіт здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» заочної форми здобуття вищої освіти

Миколаїв
2026

УДК 620.9:631.15

E95

Рекомендовано до друку методичною радою Інженерно-енергетичного факультету Миколаївського національного аграрного університету від 17.03.2026, протокол № 6.

Укладач:

Віталій Мардзявко – асистент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, Миколаївський національний аграрний університет.

Рецензенти:

Микола Кунденко - доктор. тех. наук доцент, завідувач кафедри теплотехніки та ефективних технологій, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут».

Володимир Мартиненко – канд. тех. наук, доцент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, Миколаївський національний аграрний університет.

© Миколаївський національний аграрний університет, 2026

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
ХІД ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ.....	6
ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТІВ З ПРАКТИЧНИХ РОБІТ.....	7
ПРАКТИЧНА РОБОТА №1. Проведення базового енергоаудиту домогосподарства або фермерського господарства	9
ПРАКТИЧНА РОБОТА №2. Оцінка можливостей використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) в умовах сільського домогосподарства та громади.....	23
ПРАКТИЧНА РОБОТА №3. Розробка індивідуального плану енергозбереження та оцінка економічної доцільності заходів.....	37
ПРАКТИЧНА РОБОТА №4. Вибір раціональних режимів роботи й експлуатації технологічних установок і електропривода.....	49
ПРАКТИЧНА РОБОТА №5. Технологічні втрати енергії в електричних мережах.....	56
ПРАКТИЧНА РОБОТА №6. Вибір раціонального типу електропривода.....	61
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	66
ДОДАТКИ.....	68

ВСТУП

Сучасний розвиток енергетики характеризується зростанням вартості енергоресурсів, підвищенням вимог до енергоефективності та необхідністю впровадження енергозберігаючих технологій у всіх галузях господарства, зокрема в агропромисловому комплексі. Раціональне використання енергоресурсів є одним із ключових чинників підвищення економічної ефективності виробництва, зниження витрат та забезпечення сталого розвитку сільських територій.

Особливої актуальності питання енергозбереження набувають у сучасних умовах, коли зростає навантаження на енергетичні системи, а також виникає потреба у підвищенні енергетичної незалежності об'єктів господарювання. Впровадження заходів з енергоефективності, використання відновлюваних джерел енергії та оптимізація режимів роботи електротехнічного обладнання дозволяють суттєво знизити споживання енергії та фінансові витрати.

Методичні рекомендації розроблені з метою формування у здобувачів вищої освіти практичних навичок аналізу енергоспоживання, проведення енергоаудиту, оцінки ефективності використання енергоресурсів та розробки заходів з енергозбереження. У процесі виконання практичних робіт студенти набувають умінь працювати з реальними даними, виконувати інженерні розрахунки, аналізувати структуру енергоспоживання та приймати обґрунтовані технічні рішення.

Зміст методичних рекомендацій охоплює основні етапи енергетичного аналізу об'єктів - від визначення фактичного споживання енергії до розробки індивідуальних планів енергозбереження та оцінки економічної доцільності запропонованих заходів. Особлива увага приділяється використанню відновлюваних джерел енергії, зокрема сонячних електростанцій та теплових колекторів, що є перспективним напрямом розвитку сучасної енергетики.

Запропоновані методичні матеріали спрямовані на поєднання теоретичних знань із практичними навичками, що сприятиме підготовці кваліфікованих фахівців у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, здатних ефективно вирішувати актуальні завдання енергозбереження в агропромисловому комплексі.

ХІД ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ

1. Ознайомлення з теоретичним матеріалом.

Перед виконанням завдання необхідно ознайомитися з основними поняттями, що вивчаються на відповідній лекції, а також з літературою та матеріалами, які є доступними в межах курсу. Рекомендується перечитати підручники, статті та ресурси, що стосуються теми завдання. Вивчити основні властивості цих матеріалів та їх застосування. Переглянути діаграми, таблиці та схеми, що ілюструють відповідні процеси та параметрів.

2. Ознайомитися зі змістом завдання. Першим етапом виконання завдання є ознайомлення з змістом завдання, підібрати потрібну літературу, визначити усі параметри виконання завдання.

3. Виконання теоретичного завдання. Студент самостійно виконує пошук і аналіз, та дає повні відповіді, на відповідні з темою, питання та при необхідності отримує допомогу викладача.

При виконанні завдання, студент самостійно повинен виконати пошук і аналіз наукової інформації, що стосується теми завдання. Якщо дозволяє час, шукайте наукові статті або технічні звіти, в яких розглядаються новітні магнітні матеріали, особливо для використання в енергетичних технологіях або високоточній електроніці. Використовуйте наукові бази даних (Google Scholar, Scopus, IEEE Xplore) для пошуку актуальних досліджень.

4. Додаткові питання для глибшого розуміння. На основі виконаного завдання підготуйте відповіді на контрольні питання. Це допоможе закріпити отримані знання та ефективно підготуватися до екзамену або тестування.

5. Написання звіту. Після того, як зібрано всю необхідну інформацію, підготуйте звіт. У ньому потрібно відобразити ключові етапи виконання завдання, результати аналізу.

Звіт має бути структурованим: титульний лист, основна частина (теоретичне завдання, додаткові питання), висновки. Звіт по роботі, який вміщує всі фактичні дані (схеми, таблиці, графіки) та аналіз результатів дослідження. Звід оформлюється відповідно до «загальних вимог оформлення практичних робіт».

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТІВ З ПРАКТИЧНИХ РОБІТ

1. Практична робота пишеться кожним студентом власноруч (одним коляром пасти) та починається з номеру практичної роботи та її найменування. Листи заповнюються лише з однієї сторони.

2. Робота оформлюється на листах А4: полем ліворуч – 2,5 см; полем праворуч – 1 см; полем внизу/верху – 2 см.

3. Кожна сторінка повинна бути пронумерована та підписана відповідним шифром (див. додаток 1.)

3. Звіт з практичної роботи повинен мати: титульний лист, теоретичну частину, розрахункову частину, відповіді на контрольні питання, висновки.

4. Титульний аркуш є першою сторінкою практичної роботи і містить основні дані про звіт роботи та її автора. Титульний аркуш заповнюється за строго визначеною формою (див. додаток 2) та повинна містити:

- найменування вищого навчального закладу, факультету та кафедри;
- назву практичної роботи;
- допуски до виконання та захисту;
- відведена графу для оцінки студента;
- прізвище, ім'я автора;
- шифр групи в якій навчається автор;
- науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я викладача;

- рік виконання.

Слід пам'ятати, що титульний лист не підлягає нумерації, однак включається до загальної нумерації сторінок практичної роботи.

5. Основна частина практичної роботи повинна виконуватися з урахуванням загальних вимоги до оформлення звіту та оформлюватися у рамці з відповідним шифром (див. додаток 1).

ПРАКТИЧНА РОБОТА №1

Тема: Проведення базового енергоаудиту домогосподарства або фермерського господарства

Мета роботи: навчитися аналізувати рахунки за електроенергію та інші енергоносії; визначати структуру енергоспоживання об'єкта; розраховувати фактичне споживання основних приладів; виявляти найбільших споживачів енергії; визначати пріоритетні напрями економії.

1.1. Короткі теоретичні відомості

Енергоаудит - це систематичний аналіз споживання енергії з метою визначення джерел перевитрат і можливостей економії.

У побутових і фермерських умовах базовий енергоаудит включає:

1. Аналіз рахунків за енергоносії.
2. Визначення структури споживання.
3. Розрахунок споживання основних приладів.
4. Виявлення найбільших споживачів.
5. Пріоритизацію заходів.

Найчастіше 60–70% витрат припадає на 2–3 основні системи (опалення, гаряча вода, насоси, холодильне обладнання).

1.2. Завдання

Завдання 1. Виконати розрахунок фактичного електроспоживання об'єкта на основі даних про використану електроенергію. Визначити суму щомісячної оплати, середньодобове споживання та середньодобові витрати. На основі отриманих результатів розрахувати річне споживання електроенергії та річні витрати, оцінити можливу економію при зменшенні споживання, а також зробити аналітичний висновок щодо рівня енергоспоживання об'єкта.

Завдання 2. Провести аналіз сезонної зміни електроспоживання. Визначити місяці з найбільшим навантаженням, пояснити причини зростання споживання електроенергії та встановити, яка система або група електроприладів найбільше впливає на формування витрат.

Завдання 3. Виконати аналіз структури електроспоживання домогосподарства або малого фермерського господарства. Сформуванати перелік основних електроприладів, визначити їх потужність та середню тривалість роботи, розрахувати добове і місячне споживання електроенергії та заповнити таблицю енергоспоживання. На основі отриманих результатів визначити найбільших споживачів електроенергії, оцінити їх частку у загальному балансі та сформулювати висновки щодо підвищення енергоефективності.

Таблиця 1.1 - Енергоспоживання

№	Прилад	Потужність (Вт)	Год/добу	Споживання (кВт•год/добу)
1				
2				

1.3. Хід виконання роботи

Завдання 1.

1. Аналіз показника.

На першому етапі вам необхідно уважно проаналізувати вихідні дані:

- Місячне споживання електроенергії – 480 кВт•год
- Тариф на електроенергію – 4,32 грн/кВт•год

Слід звернути увагу, що кВт•год це одиниця вимірювання кількості спожитої електричної енергії. Даний показник відображає сумарну роботу всіх електроприладів за розрахунковий період (1 місяць).

Перед виконанням розрахунків необхідно усвідомити, що тариф встановлюється за 1 кВт·год спожитої електроенергії.

Ви повинні зрозуміти фізичний зміст цієї величини, так кВт·год - це одиниця вимірювання кількості спожитої електроенергії, а не потужності. 1 кВт·год, наприклад означає, що прилад потужністю 1 кВт працював 1 годину, або прилад потужністю 2 кВт працював 30 хвилин, або 10 ламп по 100 Вт працювали 1 годину.

Тобто 480 кВт·год - це сумарна робота всіх електроприладів у домі або на фермі за місяць.

2. Розрахунок суми до сплати.

Розрахунок суми до сплати за електроенергію базується на простій залежності: чим більше електроенергії спожито, тим більше потрібно заплатити. Постачальник електроенергії встановлює тариф, який визначає, скільки гривень потрібно сплатити за одну кіловат-годину (кВт·год) спожитої електроенергії.

Іншими словами, тариф — це ціна за одиницю спожитої електроенергії. Тому, щоб дізнатися суму до сплати, необхідно помножити кількість спожитих кВт·год на тариф.

$$\text{Сума до сплати} = \text{Кількість спожитої електроенергії} \times \text{Тариф}$$

Ця формула відображає пряму пропорційність: якщо споживання зростає, сума до сплати також зростає, а якщо споживання зменшується - сума зменшується.

Для прикладу, якщо об'єкт спожив 480 кВт·год за місяць, а тариф складає 4,32 грн за кВт·год, розрахунок виглядає так:

$$480 \cdot 4,32 = 2073,6 \text{ грн,}$$

Щоб краще уявити витрати, можна розрахувати середні добові витрати. Якщо в місяці 30 днів, то:

$$2073,6 / 30 = 69,12 \text{ грн/день}$$

Тобто, щодня на електроенергію витрачається приблизно 69 грн.

Цей показник дозволяє наочно оцінити, скільки коштів щодня «йде» на електроенергію, і допомагає планувати витрати.

3. Визначення середньодобового споживання.

Визначення середньодобового споживання електроенергії є важливим етапом аналізу енергетичних витрат. Воно допомагає отримати більш точну і порівняльну картину споживання, ніж просто дивитися на загальні місячні рахунки.

Середньодобове значення дозволяє:

1. Порівнювати різні об'єкти – наприклад, різні будинки, квартири або ферми. Якщо у вас є декілька об'єктів, розрахунок середньодобового споживання допомагає зрозуміти, де витрати більші, а де енергоспоживання більш ефективне.

2. Визначити реальне навантаження – добове значення показує, скільки електроенергії споживається на щоденній основі. Це допомагає зрозуміти, чи є пік навантаження, і чи не перевантажуються лінії або обладнання.

3. Оцінити ефект від економії – якщо ви впроваджуєте енергоощадні заходи (наприклад, вимикаєте непотрібні прилади або замінюєте лампи на LED), середньодобове споживання дозволяє реально оцінити, наскільки ці дії зменшили витрати.

4. Зрозуміти, чи працює обладнання надмірно – якщо середньодобове споживання високі, це може свідчити про те, що певні прилади або машини працюють без потреби, що приводить до зайвих витрат і підвищеного навантаження на систему.

Таким чином, середньодобове споживання – це важливий інструмент контролю і аналізу електроенергії, який дозволяє:

$$\text{Середньодобове споживання} = \frac{\text{Місячне споживання}}{\text{Кількість днів}}$$

$$480 / 30 = 16 \text{ кВт}\cdot\text{год/добу}$$

Що означає 16 кВт·год на добу? Розглянемо приклад структури такого споживання:

Прилад	Потужність	Час роботи	Споживання
Бойлер	2000 Вт	2 год	4 кВт·год
Насос	1000 Вт	2 год	2 кВт·год
Холодильник	~150 Вт	24 год (циклічно)	1,5 кВт·год
Освітлення	300 Вт	5 год	1,5 кВт·год
Інша техніка	—	—	7 кВт·год

Разом ≈ 16 кВт·год. Отже, це вже значне навантаження.

4. Прогнозування річного споживання.

Прогнозування річного значення є важливим, оскільки дозволяє отримати узагальнену картину використання ресурсів або фінансових показників за весь рік. Це необхідно з кількох причин:

1. Оцінка фінансового навантаження – знання річного показника допомагає зрозуміти, скільки коштів буде витрачено протягом року, що дозволяє ефективніше планувати бюджет і уникати несподіваних витрат.

2. Розрахунок окупності заходів – для будь-яких інвестицій або модернізацій важливо знати, скільки часу знадобиться, щоб витрати на впровадження нових рішень окупилися. Річний прогноз показує економічну ефективність заходів.

3. Планування модернізації – прогноз річного значення допомагає визначити пріоритети модернізації систем або обладнання, розрахувати необхідні ресурси та терміни реалізації, щоб покращити ефективність використання енергії або фінансів.

Іншими словами, річний прогноз дозволяє приймати обґрунтовані рішення, планувати витрати та інвестиції і контролювати економічну ефективність діяльності.

$$\text{Річне споживання} = \text{Місячне} \times 12$$

Розрахунок:

$$480 \cdot 12 = 5760 \text{ кВт}\cdot\text{год/рік}$$

Розрахунок річних витрат:

$$5760 \cdot 4,32 = 24883,2 \text{ год/рік}$$

Це означає: Об'єкт витрачає майже 25 тисяч гривень на рік лише на електроенергію.

5. Аналіз рівня споживання.

Тепер слухачі повинні зробити якісний висновок.

Порівняльні орієнтири:

Будинок без електроопалення:

150–250 кВт·год - низький рівень;

250–400 кВт·год - середній;

400 кВт·год - підвищений.

Будинок з бойлером і насосом:

400–600 кВт·год - типовий;

З електроопаленням:

800–1500 кВт·год (взимку) - допустимо;

Висновок для цього прикладу:

480 кВт·год:

- є високим для невеликого будинку без електроопалення;
- є середнім для будинку з бойлером і насосом;
- є низьким для будинку з електроопаленням.

6. Аналіз можливої економії.

Припустимо, що можна зменшити споживання на 2 кВт·год на добу.

Розрахунок економії:

$$2 \cdot 365 = 730 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{рік},$$

$$730 \cdot 4,32 = 3153,6 \text{ грн}/\text{рік},$$

Отже, невелике скорочення дає понад 3000 грн економії на рік.

7. Глибший аналітичний висновок.

Після виконання розрахунків слухач повинен сформулювати висновок такого типу:

Об'єкт споживає 16 кВт·год на добу.

Місячні витрати перевищують 2000 грн, а річні - 24 тис. грн.

Споживання є підвищеним для будинку без електроопалення.

Для зменшення витрат необхідно визначити 2–3 найбільших споживачі електроенергії та оптимізувати їх режим роботи.

Завдання 2.

Студент отримує таблицю з річним споживанням:

Місяць	Споживання (кВт·год)
Січень	620
Березень	500
Травень	340
Липень	380
Жовтень	450

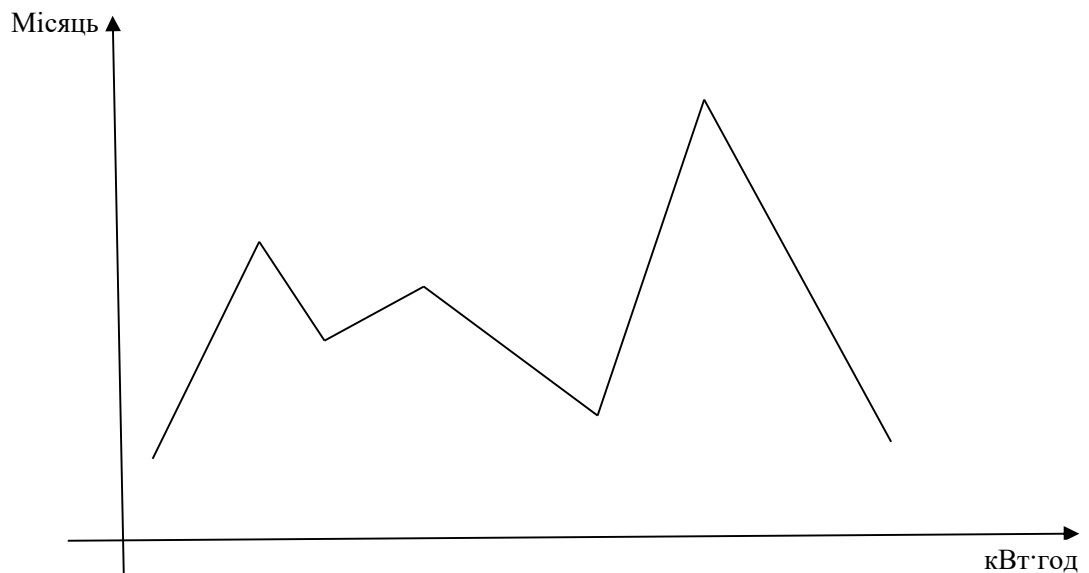
Місяць	Споживання (кВт•год)
Грудень	640

Потрібно:

- визначити пікові місяці;
- пояснити причину зростання;
- зробити висновок, яка система найбільше впливає на витрати.

1. Визначення пікових місяців.

Необхідно побудувати графік споживання електроенергії за сезонами року, щоб відобразити зміни навантаження та енергоспоживання в зимовий, весняний, літній та осінній періоди. Графік повинен показувати динаміку споживання електроенергії для кожного сезону, що дозволить проаналізувати пікові навантаження та оптимізувати енергоресурси.



Для визначення пікових місяців було проаналізовано всі значення споживання електроенергії за поданою таблицею та здійснено їх порівняння між собою. Найбільше споживання зафіксовано у грудні - 640 кВт•год, що є максимальним значенням у вибірці. Другим за величиною є показник січня -

620 кВт•год. Оскільки саме в ці місяці спостерігаються найвищі обсяги використання електроенергії, їх визначають як пікові.

Найменше споживання припадає на травень - 340 кВт•год, що відповідає мінімальному значенню у досліджуваному періоді.

Для оцінки амплітуди сезонних коливань визначено різницю між максимальним і мінімальним значенням:

$$640 - 340 = 300 \text{ кВт}\cdot\text{год},$$

Отримане відхилення у 300 кВт•год свідчить про суттєву сезонну нерівномірність електроспоживання. Таке коливання є характерним для об'єктів, де значну роль відіграє кліматичний фактор, зокрема використання електроопалення або систем нагріву в холодний період року.

2. Пояснення причини зростання споживання.

Зимовий період (грудень, січень).

Підвищене споживання електроенергії обумовлено наступними факторами:

- активною роботою систем електроопалення;
- нагрівом води за допомогою бойлера;
- постійною роботою циркуляційних насосів;
- збільшенням тривалості використання освітлення;
- застосуванням додаткових обігрівачів.

Температурний фактор має прямий вплив на навантаження, оскільки зниження зовнішньої температури підвищує потребу в енергоспоживанні для підтримки комфортних умов.

Весняно-літній період (травень, липень)

Зменшення споживання пояснюється:

- відсутністю опалення;
- меншою тривалістю роботи освітлення;
- стабільною роботою лише базових побутових приладів.

Невелике підвищення в липні (380 кВт•год) може бути пов'язане з:

- використанням кондиціонерів;
- роботою холодильного обладнання.

Осінній період (жовтень)

Спостерігається зростання (450 кВт•год) через:

- початок опалювального сезону;
- зниження температури повітря.

3. Визначення системи, що найбільше впливає на витрати.

Базове споживання (без опалення) можна оцінити за мінімальним місяцем: $\approx 340\text{--}380$ кВт•год

Зимове перевищення:

$$620 - 340 = 280 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

$$640 - 340 = 300 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

Таким чином, взимку додатково споживається приблизно 280–300 кВт•год щомісяця.

Це свідчить, що найбільший вплив на витрати електроенергії мають системи електроопалення та нагріву води.

4. Загальний аналітичний висновок.

Споживання електроенергії має чітко виражену сезонну залежність. Пікові значення зафіксовані у грудні (640 кВт•год) та січні (620 кВт•год), що пов'язано з роботою систем опалення та нагріву води. Мінімальне споживання спостерігається у травні (340 кВт•год). Різниця між максимальним і мінімальним значенням становить 300 кВт•год, що свідчить про значний вплив температурного фактору. Найбільшу частку витрат формує система електроопалення.

Завдання 3.

Студенту необхідно провести аналіз структури електроспоживання домогосподарства (або малого фермерського господарства) шляхом визначення добового та місячного споживання електроенергії основними електроприладами.

1. Визначити перелік основних електроприладів, що використовуються у господарстві (не менше 10 позицій), див. табл. 1.3.

2. Для кожного приладу встановити:

- номінальну потужність (Вт);
- середню тривалість роботи протягом доби (год/добу).

3. Виконати розрахунок добового споживання електроенергії кожним приладом (див. табл. 1.3).

4. Заповнити таблицю енергоспоживання, табл. 1.3.

Таблиця 1.3 - Енергоспоживання

№	Прилад	Потужність (Вт)	Год/добу	Споживання (кВт•год/добу)
1	Бойлер	2000	2	4,0
2	Холодильник	300	8	2,4
3	Пральна машина	1500	1	1,5
4	Освітлення (LED)	200	5	1,0
5	Телевізор	120	4	0,48

5. Підрахунок загального добового споживання.

Після визначення споживання кожного приладу необхідно знайти сумарне значення:

$$4 + 2,4 + 1,5 + 1 + 0,48 = 9,38 \text{ кВт•год}$$

Загальне добове споживання = 9,38 кВт•год

Це означає, що протягом однієї доби квартира споживає 9,38 кВт•год електроенергії.

6. Розрахунок місячного споживання.

Для визначення місячного споживання добове значення множимо на 30 днів:

$$9,38 \cdot 30 = 281,4 \text{ кВт}\cdot\text{год},$$

Місячне споживання ≈ 281 кВт•год

Цей показник дозволяє:

- оцінити витрати на електроенергію;
- провести аналіз економії.

7. Визначення найбільших споживачів.

Порівнюємо отримані значення та визначаємо 3-4 найбільших.

1. Бойлер - 4,0 кВт•год
2. Холодильник - 2,4 кВт•год
3. Пральна машина - 1,5 кВт•год

Ці прилади формують основне навантаження електроспоживання.

8. Розрахунок частки кожного приладу (%).

Формула:

$$\text{Частка} = \frac{E_{\text{приладу}}}{E_{\text{загальне}}} \cdot 100\%$$

Бойлер:

$$\frac{4}{9,38} \cdot 100 = 42,6\%$$

Холодильник:

$$\frac{2,4}{9,38} \cdot 100 = 25,6\%$$

Пральна машина:

$$\frac{1,5}{9,38} \cdot 100 = 16\%$$

9. Аналіз результатів.

Сукупна частка трьох найбільших споживачів:

$$42,6 + 25,6 + 16 = 84,2 \%$$

Понад 84% всієї електроенергії споживають лише три прилади.

10. Висновок для звіту.

У результаті розрахунку встановлено, що найбільшим споживачем електроенергії є бойлер ($\approx 43\%$). Сукупна частка трьох основних споживачів перевищує 80%, що свідчить про необхідність впровадження енергоефективних заходів саме для цих систем (оптимізація режиму роботи, встановлення таймерів, використання терморегуляторів, модернізація обладнання).

1.4. Вказівки щодо оформлення звіту

1. Перед виконанням завдання необхідно ознайомитися з основним теоретичним матеріалом, що вивчається на відповідній лекції.
2. Ознайомитися та проаналізувати завдання практичної роботи.
3. Відповідно до прикладу виконання завдання, поетапно виконати практичну роботу.
4. Оформити звіт відповідно до вимог захисту та виконання практичних робіт.
5. Зробити висновок про виконану роботу.
6. Відповісти на контрольні питання для підготовки до захисту практичного звіту.

1.5. Контрольні питання

1. Як визначити можливу економію електроенергії?

2. Чому навіть незначне зменшення добового споживання дає суттєвий річний ефект?
3. Що таке сезонна нерівномірність електроспоживання?
4. Як визначити пікові місяці електроспоживання?
5. Які основні причини зростання споживання електроенергії в зимовий період?
6. Чому в літній період споживання електроенергії зменшується?
7. Які системи найбільше впливають на формування витрат електроенергії?
8. Як визначити базове (мінімальне) електроспоживання об'єкта?
9. У чому полягає аналіз структури електроспоживання?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2

Тема: Оцінка можливостей використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) в умовах сільського домогосподарства та громади.

Мета роботи: визначати потребу в електроенергії для «критичної» групи споживачів; виконувати спрощений підбір малої сонячної електростанції (СЕС); оцінювати доцільність сонячного колектора для гарячої води.

2.1. Короткі теоретичні відомості

Сонячна електростанція (СЕС) є установкою, що перетворює енергію сонячного випромінювання на електричну за допомогою фотоелектричних модулів. Принцип її роботи ґрунтується на фотоелектричному ефекті: під дією світла в напівпровідниковому матеріалі виникає електричний струм. Отримана електроенергія має постійний струм, який за допомогою інвертора перетворюється у змінний струм напругою 220 В для живлення побутових споживачів.

Основними елементами малої СЕС є сонячні панелі, інвертор, за потреби акумуляторні батареї, а також захисна автоматика. Панелі визначають встановлену потужність системи. Інвертор підбирається за максимальною одночасною потужністю навантаження, а акумулятори — за необхідною тривалістю автономної роботи.

У розрахунках використовується два базові електротехнічні поняття: потужність і енергія. Потужність (Вт) характеризує швидкість споживання електроенергії, тоді як енергія (Вт·год або кВт·год) визначає її кількість за певний час. Зв'язок між ними описується формулою: енергія дорівнює добутку потужності на час роботи. Саме добове споживання енергії є основою для підбору потужності СЕС.

Кількість електроенергії, яку виробляє сонячна станція, залежить від кліматичних умов, пори року, кута нахилу панелей, температури та наявності затінення. В умовах України 1 кВт встановленої потужності панелей у середньому генерує близько 3 кВт·год електроенергії за добу в річному усередненні. У літній період генерація значно більша, а взимку може зменшуватися у 2–3 рази. Саме тому під час підбору системи враховується сезонність.

Реальна робота СЕС супроводжується втратами енергії в інверторі, кабелях, а також зниженням ефективності панелей через нагрівання та забруднення. Тому при розрахунках застосовується коефіцієнт запасу, зазвичай 15–25 %, що забезпечує надійність роботи системи.

У практичних розрахунках часто використовують поняття «критична група споживачів». Це мінімально необхідне обладнання, яке повинно працювати навіть за відсутності централізованого електропостачання (освітлення, холодильник, насос водопостачання тощо). Саме під цю групу визначається орієнтовна потужність малої СЕС.

Важливо розуміти, що встановлення сонячної електростанції є доцільним лише після впровадження заходів з енергоефективності. Зменшення споживання електроенергії дозволяє знизити необхідну потужність СЕС, скоротити інвестиційні витрати та підвищити економічну ефективність проєкту.

2.2. Завдання

Завдання 1. Оцініть енергетичні потреби типової аграрної або сільськогосподарської компанії, що займається виробництвом продуктів (наприклад, тваринництво, рослинництво, переробка сільськогосподарської продукції).

Розрахуйте загальний обсяг споживаної електричної енергії на основі специфікацій підприємства (освітлення, системи вентиляції, зрошення, обігрів, механізми для обробки продукції).

З урахуванням технічних втрат і коефіцієнта запасу визначити необхідну потужність малої сонячної електростанції та підібрати мінімальну конфігурацію системи (сонячні панелі, інвертор, акумулятори).

Завдання 2. Оцінити доцільність використання сонячного колектора для гарячого водопостачання. Виконати розрахунок теплової енергії, необхідної для нагріву води, визначити можливу економію електроенергії за теплий період та провести інженерний аналіз ефективності застосування системи.

2.3. Хід виконання роботи

Завдання 1: Орієнтовний розрахунок потреби в електроенергії та підбір малої СЕС.

Перед встановленням сонячної електростанції (СЕС) розрахунок її потужності має виконуватися послідовно та обґрунтовано. Основою є не приблизні оцінки, а фактичні дані про споживання електроенергії.

Перший крок - визначення реальної добової потреби в електроенергії. Для цього аналізують рахунки за електроенергію або підсумовують потужності всіх електроприладів і час їх роботи. Важливо отримати середнє добове споживання в кВт·год, оскільки саме ця величина є базою для подальших розрахунків.

Другий крок - оцінка генерації. Необхідно визначити, скільки електроенергії може виробити 1 кВт встановленої потужності сонячних панелей у конкретних кліматичних умовах. Цей показник залежить від регіону, кількості сонячних днів, сезону, кута нахилу панелей та їх орієнтації. Саме кліматичний коефіцієнт дозволяє перейти від теоретичної потужності до реальної продуктивності.

Третій крок - врахування запасу потужності. Сонячна генерація нестабільна через хмарність, зміну тривалості світлового дня та технічні втрати (інвертор, кабелі, нагрів панелей). Тому до розрахованої потужності додають резерв (зазвичай 15–30 %), щоб система працювала надійно навіть у менш сприятливі періоди.

Головна методична ідея полягає в тому, що сонячна електростанція підбирається на основі реального енергоспоживання, а не приблизних припущень. Такий підхід забезпечує економічну доцільність, стабільність роботи та оптимальне співвідношення між інвестиціями й отриманим результатом.

1. Аналіз вихідних даних.

Таблиця 2.1 - Вихідні дані

Споживач	Потужність, Вт	Кількість	Час роботи, год/добу
LED-освітлення	12	6	5
Холодильник	150	1	8
Насос свердловини	800	1	1

LED-освітлення: 12 Вт - це сучасна світлодіодна лампа еквівалентна 100 Вт лампі розжарювання; 6 ламп - типовий мінімальний набір для житлового будинку; 5 год/добу - середній вечірній режим роботи.

Холодильник: номінальна потужність 150 Вт - це потужність компресора під час роботи; але холодильник не працює безперервно 24 години; компресор вмикається циклічно.

Коефіцієнт використання - приблизно 0,3–0,4.

Тому:

$$24 \cdot 0,35 = 8 \text{ год,}$$

Якщо цього не врахувати, розрахунок буде завищений у 3 рази.

Насос свердловини: 800 Вт - типова потужність побутового насоса; 1 година - сумарний час роботи за добу (набір води, полив, господарські потреби); насоси є енергомісткими, але короткочасними споживачами.

2. Розрахунок добового споживання.

Розрахунок добового споживання електроенергії виконується поетапно для кожного електроприладу, після чого всі значення підсумовуються.

Добове споживання визначається за формулою:

$$W = P \cdot n \cdot t,$$

де P - потужність приладу, Вт; n - кількість однакових приладів; t - час роботи протягом доби, год; W - спожита електроенергія, Вт·год.

Для зручності результат переводять у кВт·год (1 кВт·год = 1000 Вт·год).

Розрахунок споживання освітлення: Потужність однієї лампи - 12 Вт. Кількість ламп - 6 шт. Час роботи - 5 годин на добу.

Обчислення:

$$W = 12 \cdot 6 \cdot 5 = 360 \text{ Вт/год},$$

Переведення в кВт·год:

$$W = \frac{360}{1000} = 0,36 \text{ Вт/год},$$

Добове споживання освітлення: 0,36 кВт·год.

Розрахунок споживання холодильника: Потужність - 150 Вт. Час роботи (з урахуванням циклічності компресора) - приблизно 8 годин на добу.

Обчислення:

$$150 \cdot 8 = 1200 \text{ Вт·год},$$

$$\frac{1200}{1000} = 1,2 \text{ кВт·год},$$

Добове споживання холодильника: 1,2 кВт·год.

Розрахунок споживання насоса: Потужність - 800 Вт. Час роботи - 1 година на добу.

Обчислення:

$$800 \cdot 1 = 800 \text{ Вт}\cdot\text{год},$$

$$\frac{800}{1000} = 0,8 \text{ кВт}\cdot\text{год},$$

Добове споживання насоса: 0,8 кВт·год.

Підсумовуємо всі отримані значення:

$$0,36 + 1,2 + 0,8 = 2,36 \text{ кВт}\cdot\text{год/добу}$$

Це чиста розрахункова енергія, без урахування втрат.

Врахування коефіцієнта запасу. Під час теоретичного розрахунку ми отримали добове споживання 2,36 кВт·год. Однак у реальних умовах сонячна електростанція ніколи не працює зі 100 % ефективністю. Частина енергії втрачається на різних етапах перетворення та передачі.

Основні джерела втрат:

1. Інвертор (5–10 %) - Інвертор перетворює постійний струм від панелей у змінний для живлення приладів. Під час цього процесу частина енергії розсіюється у вигляді тепла.

2. Кабелі та з'єднання (1–3 %) - Навіть якісні дроти мають електричний опір, що спричиняє втрати під час передачі енергії від панелей до інвертора та споживачів.

3. Нагрів сонячних панелей - За високої температури ефективність фотомодулів знижується. Влітку перегрів може зменшити фактичну генерацію на 5–15 %.

4. Запилення та забруднення поверхні - Пил, листя, сніг або бруд частково перекривають доступ сонячного світла до фотоелементів.

5. Неточність прогнозу навантаження - Фактичне споживання може бути більшим за розрахункове (додаткові прилади, сезонні зміни, збільшення часу роботи обладнання).

Щоб компенсувати сумарні втрати та забезпечити стабільну роботу системи, у розрахунках використовують запас потужності приблизно 20 %. Це означає, що розраховане споживання множать на коефіцієнт 1,2.

$$2,36 \cdot 1,2 = 2,83 \text{ кВт}\cdot\text{год/добу}$$

Отримане значення 2,83 кВт·год/добу - це вже скоригована, реалістична потреба з урахуванням технічних втрат і експлуатаційних факторів.

Саме з цією величиною працює інженер під час підбору потужності сонячних панелей, інвертора та інших компонентів системи.

Такий підхід дозволяє уникнути ситуації, коли система формально відповідає розрахунку, але фактично не покриває потреб споживача.

Тобто це вже реалістична потреба, з якою працює інженер.

3. Підбір потужності СЕС.

Після визначення скоригованого добового споживання (2,83 кВт·год/добу) переходимо до підбору потужності сонячної електростанції.

Сонячні панелі мають номінальну потужність (наприклад, 1 кВт), але це не означає, що вони постійно виробляють 1 кВт. Реальна генерація залежить від пори року, тривалості світлового дня та погодних умов.

Середні показники для України такі:

Період	Генерація з 1 кВт панелей
Літо	4–5 кВт·год/добу
Весна / осінь	2–3 кВт·год/добу
Зима	1–1,5 кВт·год/добу

Для попереднього інженерного розрахунку беруть середньорічне значення:

3 кВт/год з 1 кВт панелей за добу

Це усереднений показник, який враховує сезонні коливання.

Потрібна потужність панелей СЕС визначається як відношення добової потреби до середньої генерації з 1 кВт:

$$P_{СЕС} = \frac{W_{доб}}{G_1},$$

де $W_{добове}$ - скориговане добове споживання (2,83 кВт·год), G_1 кВт - середня добова генерація з 1 кВт (3 кВт·год).

$$P_{СЕС} = \frac{2,83}{3} = 0,95 \text{ кВт},$$

Оскільки сонячні панелі встановлюються кратно стандартним модулям, отримане значення округлюють у більший бік.

Отже, приймаємо: 1 кВт встановленої потужності сонячних панелей СЕС.

Важливо розуміти:

1 кВт панелей - це не 1 кВт постійної потужності.

Це означає, що за сприятливих умов система може видавати до 1 кВт миттєвої потужності, але в середньому за добу вона виробить приблизно:

$$1 \cdot 3 = 3 \text{ кВт/год},$$

Таким чином, система з потужністю 1 кВт зможе покривати розраховану потребу:

$$2,83 \text{ кВт/год/добу}$$

з невеликим резервом.

Поетапний підбір показує, що для забезпечення добового споживання 2,83 кВт·год доцільно встановити сонячну електростанцію потужністю 1 кВт.

Після визначення необхідної потужності СЕС (1 кВт) потрібно правильно сформулювати склад системи: сонячні панелі, інвертор та акумулятори (якщо система автономна).

1. Сонячні панелі

Рекомендована конфігурація:

2–3 панелі потужністю 400–500 Вт кожна.

Чому саме так?

1. Стандартна потужність сучасних модулів: Сучасні фотомодулі зазвичай мають потужність 400–550 Вт. Це оптимальний технологічний рівень на сьогодні.

2. Оптимальне співвідношення ціна / площа: Чим більша потужність одного модуля, тим менше потрібно монтажних конструкцій, кабелів та з'єднань. Це зменшує загальну вартість системи.

3. Формування потрібної потужності:

Наприклад:

$$2 \cdot 500 \text{ Вт} = 1 \text{ кВт},$$

$$3 \cdot 400 \text{ Вт} = 1,2 \text{ кВт (невеликий додатковий запас)}$$

2. Інвертор

Рекомендована потужність: 1–1,5 кВт.

Важливо розуміти: Інвертор підбирається не за добовим споживанням (кВт·год), а за піковою миттєвою потужністю навантаження (кВт).

Розрахунок пікового навантаження:

Якщо одночасно працюють:

- Насос - 800 Вт.
- Холодильник - 150 Вт.
- Освітлення - 72 Вт.

Сумарна потужність:

$$800 + 150 + 72 = 1022 \text{ Вт},$$

Це вже понад 1 кВт.

Крім того, насос і холодильник мають пускові струми, які можуть бути в 2–3 рази більші за номінальні.

Тому інвертор потужністю 1,5 кВт забезпечить:

- стабільну роботу,
- запас по навантаженню,
- захист від перевантажень.

3. Акумулятори (для автономної системи).

Добове споживання з урахуванням запасу ≈ 3 кВт·год.

Якщо потрібна 1 доба автономної роботи, теоретично достатньо 3 кВт·год накопиченої енергії.

Але на практиці рекомендується встановлювати 4–6 кВт·год акумуляторної ємності.

Підсумкова мінімальна конфігурація

- Сонячні панелі: 1–1,2 кВт (2–3 модулі по 400–500 Вт)
- Інвертор: 1,5 кВт
- Акумулятори: 4–6 кВт·год (для 1 доби автономії)

Система підбирається так, щоб:

- покривати середнє добове споживання,
- витримувати пікові навантаження,
- мати резерв для надійної роботи.

Такий підхід забезпечує не лише працездатність системи, а й її довговічність та економічну ефективність.

Завдання 2. Оцінка доцільності сонячного колектора.

Сонячний колектор використовується для нагріву води за рахунок сонячної енергії. На відміну від фотоелектричних панелей, він виробляє не електроенергію, а тепло, що значно підвищує його ефективність у літній період.

Таблиця 2.2 - Оцінка доцільності сонячного колектора

№	Кількість осіб	Об'єм води, л/добу	Нагрів з.... °С	Нагрів до.... °С	m	ΔT
1						
...						
n						

Розглянемо детальний інженерний розрахунок.

1. Вихідні дані. Приймаємо умови:

- Сім'я - 3 особи
- Споживання гарячої води - 40 л/особу/добу
- Температура холодної води - 15 °С
- Потрібна температура гарячої води - 55 °С

Визначення загального об'єму води:

$$3 \cdot 40 = 120 \text{ л/добу}$$

Оскільки 1 літр води \approx 1 кг, то:

$$m = 120 \text{ кг.}$$

Визначення різниці температур:

$$\Delta T = 55 - 15 = 40 \text{ °С}$$

2. Розрахунок теплової енергії.

Формула теплової енергії:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T,$$

де m - маса води (кг), c - питома теплоємність води, ΔT - зміна температури.

Питома теплоємність води:

$$c = 4,19 \text{ кДж/кг}$$

Підстановка числових значень:

$$Q = 120 \cdot 4,19 \cdot 40 = 20112 \text{ кДж},$$

Переведення у кВт·год:

$$1 \text{ кВт} \cdot \text{год} = 3600 \text{ кДж}$$

$$20112 / 3600 = 5,6 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{добу}$$

Отриманий результат: Для нагріву 120 л води до 55 °С потрібно: 5,6 кВт·год теплової енергії на добу.

3. Розрахунок за теплий період.

Приймаємо ефективний період роботи колектора - 150 днів (весна–літо–частина осені).

$$5,6 \cdot 150 = 840 \text{ кВт} \cdot \text{год},$$

Отже, за сезон сонячний колектор може замінити приблизно: 840 кВт·год електроенергії.

4. Порівняння з електробойлером.

Якщо нагрів здійснюється електробойлером, то:

$$840 \text{ кВт} \cdot \text{год} \cdot \text{тариф}$$

Наприклад, при тарифі 4 грн/кВт·год:

$$840 \cdot 4 = 3360 \text{ грн економії за сезон},$$

(Точне значення залежить від актуального тарифу.)

4. Інженерний аналіз доцільності.

Чи доцільний сонячний колектор?

У теплий період - так, оскільки:

- ККД колекторів вищий, ніж у СЕС (60–80 % для тепла).
- Немає перетворення енергії через інвертор.
- Система проста та довговічна.

Строк окупності.

Якщо вартість системи: 25 000–40 000 грн, а річна економія \approx 3000–3500 грн, то строк окупності: 7–12 років (залежить від вартості обладнання та тарифу).

Залежність від сезону:

- Влітку колектор може повністю покривати потребу в гарячій воді.
- В міжсезоння — частково.
- Узимку ефективність різко знижується.

Тому в більшості випадків система працює разом із:

- електробойлером,
- або газовим котлом як резервом.

Загальний висновок.

Для сім'ї з 3 осіб сонячний колектор дозволяє замінити близько 840 кВт·год електроенергії за теплий сезон, що забезпечує помітну економію.

Економічна доцільність залежить від:

- вартості обладнання,
- тарифу на електроенергію,
- тривалості теплового періоду,
- режиму споживання гарячої води.

У регіонах з тривалим сонячним періодом сонячний колектор є більш ефективним рішенням для гарячого водопостачання, ніж встановлення додаткових фотоелектричних панелей.

2.4. Вказівки щодо оформлення звіту

1. Перед виконанням завдання необхідно ознайомитися з основним теоретичним матеріалом, що вивчається на відповідній лекції.
2. Ознайомитися та проаналізувати завдання практичної роботи.
3. Відповідно до прикладу виконання завдання, поетапно виконати практичну роботу.

4. Оформити звіт відповідно до вимог захисту та виконання практичних робіт.
5. Зробити висновок про виконану роботу.
6. Відповісти на контрольні питання для підготовки до захисту практичного звіту.

2.5. Контрольні питання

1. Чому СЕС розраховується за середньорічною генерацією?
2. Які ризики автономних систем?
3. Чому утеплення часто вигідніше за встановлення СЕС?
4. В яких випадках біомаса ефективніша за електроопалення?
5. Що таке критична група споживачів?

ПРАКТИЧНА РОБОТА 3

Тема: Розробка індивідуального плану енергозбереження та оцінка економічної доцільності заходів.

Мета роботи: навчитися системно планувати заходи з енергозбереження; оцінювати їх економічну ефективність; визначати пріоритетність впровадження; моделювати різні сценарії реалізації.

3.1. Короткі теоретичні відомості

Енергозбереження повинно розглядатися як керований процес, а не як набір випадкових рішень.

Основні етапи енергоменеджменту:

1. Аналіз поточного споживання.
2. Виявлення найбільших втрат.
3. Формування переліку можливих заходів.
4. Оцінка вартості та економії.
5. Визначення пріоритетів.
6. Планування реалізації.

Основний економічний показник у спрощених розрахунках - простий термін окупності.

$$T_{ок} = \frac{C}{E_{річна}},$$

де C - вартість заходу, грн; $E_{річна}$ - річна економія коштів, грн.

3.2. Завдання

Завдання 1.

Розробити індивідуальний план енергозбереження для обраного об'єкта (житлового будинку, фермерського господарства, лабораторії, теплиці або

майстерні). Необхідно описати основні характеристики об'єкта, визначити основних споживачів енергії та види енергоносіїв, оцінити річне енергоспоживання і проаналізувати структуру витрат. На основі цього запропонувати перелік енергоефективних заходів, оцінити їх орієнтовну вартість, очікувану економію та визначити термін окупності.

Завдання 2.

Виконати розрахунок економічної ефективності окремих заходів енергозбереження. Для 2–3 запропонованих рішень (наприклад, заміна освітлення на LED, утеплення горища, модернізація насоса) визначити річну економію енергії, грошову економію та розрахувати термін окупності інвестицій.

Завдання 3.

Провести моделювання різних сценаріїв впровадження заходів енергозбереження. Необхідно оцінити зміну річного споживання енергії, обсяг інвестицій та сумарну економію при реалізації одного заходу або комплексу заходів протягом кількох років, а також визначити термін окупності та довгостроковий економічний ефект.

3.3. Хід виконання роботи

Завдання 1. Складання індивідуального «Плану енергозбереження»

1. Опис об'єкта.

Кожен студент обирає об'єкт:

- приватний будинок;
- фермерське господарство;
- навчальна лабораторія;
- теплиця;
- майстерня тощо.

Необхідно коротко описати:

- площу;
- основні споживачі енергії;
- види енергоносіїв;
- орієнтовне річне споживання.

2. Формування переліку заходів.

Необхідно запропонувати мінімум 5–7 заходів.

Приклад можливих заходів:

- заміна ламп на LED;
- утеплення горища;
- встановлення терморегулятора;
- модернізація насоса;
- ліквідація витоків тепла;
- встановлення таймерів;
- заміна старого холодильника;
- оптимізація режимів роботи обладнання.

Таблиця 3.1 - Таблиця плану

№	Захід	Орієнтовна вартість, грн	Очікувана економія, грн/рік	Термін окупності, років

Студент повинен аргументувати:

- звідки взята оцінка вартості;
- на основі чого визначена економія.

Приклад:

1. Обраний об'єкт: приватний житловий будинок

1.1. Загальна характеристика

- Площа: 120 м²
- Поверховість: 1 поверх + горище
- Кількість мешканців: 4 особи

1.2. Основні споживачі енергії

1. Газовий котел (опалення)
2. Електричний бойлер
3. Холодильник
4. Пральна машина
5. Освітлення
6. Насос системи опалення
7. Побутова техніка

1.3. Види енергоносіїв

- Електроенергія
- Природний газ

1.4. Орієнтовне річне споживання

- Електроенергія — 4500 кВт·год
- Газ — 2500 м³

Пояснення

Дані беруться: з реальних платіжних документів або із середніх нормативних значень (для будинку 100–150 м²).

На цьому етапі важливо визначити, де найбільші витрати, щоб заходи були економічно обґрунтовані.

2. Аналіз структури споживання. Приблизний розподіл витрат:

- 40% — опалення
- 25% — нагрів води
- 20% — побутова техніка

- 15% — освітлення

3. Формування заходів.

Як приклад пропонується 6 заходів з поясненням їх доцільності.

1. Заміна ламп на LED. Пояснення: LED-лампи споживають у 6–8 разів менше електроенергії, ніж лампи розжарювання, і служать довше.

2. Утеплення горища. Пояснення: Через дах втрачається до 20–30% тепла. Утеплення зменшує тепловтрати і знижує витрати на газ.

3. Встановлення програмованого терморегулятора. Пояснення: Автоматичне зниження температури вночі або під час відсутності мешканців економить 10–15% газу.

4. Заміна циркуляційного насоса на енергоефективний. Пояснення: Сучасні насоси класу А споживають у 2–3 рази менше електроенергії.

5. Герметизація вікон і дверей. Пояснення: Зменшує неконтрольовані втрати тепла.

6. Встановлення таймера для бойлера. Пояснення: Бойлер не працює постійно, а лише у визначені години, що зменшує споживання.

Таблиця 3.2 - Таблиця плану (формування перелік заходів)

№	Захід	Вартість, грн	Економія, грн/рік	Термін окупності, років
1	LED-лампи	3000		
2	Утеплення горища	25000		
3	Терморегулятор	4000		
4	Насос класу А	6000		
5	Герметизація	5000		

№	Захід	Вартість, грн	Економія, грн/рік	Термін окупності, років
6	Таймер бойлера	1500		

Завдання 2. Розрахунок терміну окупності (2–3 заходи).

Для раніше запропонованих заходів: LED-освітлення, утеплення горища, модернізація насоса.

1. Заміна освітлення на LED.

Вихідні дані

Було:

- 10 ламп по 100 Вт
- Час роботи: 5 год/добу

Стало:

- 10 LED-ламп по 12 Вт

1. Різниця потужності.

$$(100 - 12) \cdot 10 = 880 \text{ Вт} = 0,88 \text{ кВт},$$

2. Добова економія електроенергії.

$$0,88 \cdot 5 = 4,4 \text{ кВт/год},$$

3. Річна економія електроенергії.

$$4,4 \cdot 365 = 1606 \text{ кВт/год},$$

4. Грошова економія.

Припустимо тариф: 5 грн/кВт·год

$$1606 \cdot 5 = 8030 \text{ грн/рік},$$

5. Термін окупності.

Вартість модернізації - 3000 грн

$$T_{ок} = \frac{3000}{8030} = 0,37 \text{ року},$$

Висновок: Окупність - приблизно 4–5 місяців. Це найбільш економічно вигідний захід.

2. Утеплення горища.

Вихідні дані

- Вартість утеплення — 20 000 грн
- Річна економія на опаленні — 6000 грн

Розрахунок терміну окупності

$$T_{ок} = \frac{20000}{6000} = 3,3 \text{ року,}$$

Пояснення економії

- Через дах втрачається до 25–30% тепла.
- Після утеплення зменшується споживання газу.
- Розрахунок базується на середньому скороченні витрат на опалення на 15–20%.

Висновок: Окупність - близько 3 років. Захід довгостроковий, але дає стабільну економію.

3. Модернізація циркуляційного насоса.

Вихідні дані

Старий насос:

- Потужність - 100 Вт
- Працює 200 днів/рік
- 8 год/добу

Новий насос:

- Потужність - 45 Вт

1. Різниця потужності.

$$100 - 45 = 55 \text{ Вт} = 0,55 \text{ кВт,}$$

2. Річна економія електроенергії.

$$0,055 \cdot 8 \cdot 200 = 88 \text{ кВт/год,}$$

3. Грошова економія.

$$88 \cdot 5 = 440 \text{ грн/рік,}$$

4. Термін окупності.

Вартість насоса - 6000 грн

$$T_{ок} = \frac{6000}{440} = 13,6 \text{ року,}$$

Пояснення

- Економія невелика, бо насос має малу потужність.
- Доцільність підвищується, якщо насос працює постійно (24/7).
- Може бути обґрунтовано не лише економією, а й надійністю та ресурсом.

Таблиця 3.2 - Таблиця плану (термін окупності)

Захід	Річна економія	Термін окупності
LED-освітлення	8030 грн	0,37 року
Утеплення	6000 грн	3,3 року
Насос	440 грн	13,6 року

Найвигідніший захід - заміна освітлення.

Найменш ефективний з точки зору швидкої окупності - насос.

Завдання 3. Моделювання сценаріїв.

Приклад:

Використаємо раніше розраховані заходи для приватного будинку:

1. LED-освітлення
2. Утеплення горища

3. Модернізація насоса

Базові дані об'єкта:

- Річне споживання електроенергії - 4500 кВт·год
- Річні витрати на електроенергію - $\approx 22\,500$ грн
- Річні витрати на опалення - $\approx 30\,000$ грн

Сценарій 1 - Реалізовано лише один захід (LED-освітлення).

1. Визначення зменшення річного споживання.

Річна економія електроенергії (з попередніх розрахунків): 1606 кВт\год

Нове річне споживання:

$$4500 - 1606 = 2894 \text{ кВт/год,}$$

Висновок: Споживання зменшується на 36%.

2. Річна економія коштів.

$$1606 \cdot 5 = 8030 \text{ грн/рік,}$$

3. Оцінка впливу на бюджет.

Якщо річні витрати родини на комунальні послуги $\approx 60\,000$ грн:

$$\frac{8030}{60000} = 13\%,$$

Висновок по сценарію 1:

- Інвестиція - 3000 грн
- Повернення коштів - за 4–5 місяців
- Економія 8030 грн/рік
- Ефект для бюджету - суттєвий, швидкий результат

Сценарій 2 - Реалізація трьох заходів за 2–3 роки.

Реалізуються:

1. LED - 3000 грн
2. Утеплення - 20 000 грн
3. Насос - 6000 грн

1. Підсумок інвестицій.

$$3000 + 20000 + 6000 = 29000 \text{ грн}$$

2. Підсумок річної економії.

- LED - 8030 грн
- Утеплення - 6000 грн
- Насос - 440 грн

$$8030 + 6000 + 440 = 1447 \text{ грн/рік,}$$

3. Загальне зменшення споживання.

Електроенергія:

$$1606 + 88 = 1694 \text{ кВт/год,}$$

Газ - економія $\approx 20\%$.

Отже: Загальне зниження енерговитрат $\approx 25\text{--}30\%$.

4. Сумарний термін окупності.

$$T_{ок} = \frac{29000}{14470} = 2 \text{ роки,}$$

5. Коли почнеться чистий прибуток.

Після 2 років інвестиції повністю повертаються.

З 3-го року:

$$+14470 \text{ грн ,щороку}$$

За 5 років чистий прибуток складе:

$$14470 \cdot 3 = 43410 \text{ грн,}$$

Таблиця 3.3 - Порівняння сценаріїв

Показник	Сценарій 1	Сценарій 2
Інвестиції	3000 грн	29 000 грн
Річна економія	8030 грн	14 470 грн
Термін окупності	0,37 року	2 роки

Показник	Сценарій 1	Сценарій 2
Довгостроковий ефект	Середній	Високий

Загальний висновок

- ✓ Якщо потрібен швидкий результат - доцільно реалізувати LED.
- ✓ Якщо мета - стратегічне зниження витрат - варто впровадити комплекс заходів.
- ✓ Після 2 років об'єкт переходить у фазу стабільного чистого прибутку.
- ✓ Сукупна економія за 5 років може перевищити 40 000 грн.

3.4. Вказівки щодо оформлення звіту

1. Перед виконанням завдання необхідно ознайомитися з основним теоретичним матеріалом, що вивчається на відповідній лекції.
2. Ознайомитися та проаналізувати завдання практичної роботи.
3. Відповідно до прикладу виконання завдання, поетапно виконати практичну роботу.
4. Оформити звіт відповідно до вимог захисту та виконання практичних робіт.
5. Зробити висновок про виконану роботу.
6. Відповісти на контрольні питання для підготовки до захисту практичного звіту.

3.5. Контрольні питання

1. Що розуміється під енергозбереженням як керованим процесом?
2. Які основні етапи енергоменеджменту при розробці плану енергозбереження?

3. Які вихідні дані необхідні для складання індивідуального плану енергозбереження?
4. Як визначити основних споживачів енергії на об'єкті?
5. Які критерії використовуються для формування переліку енергоефективних заходів?
6. Що таке простий термін окупності та як він розраховується?
7. Які фактори впливають на економічну ефективність заходів енергозбереження?
8. Як визначити пріоритетність впровадження енергозберігаючих заходів?
9. У чому полягає сутність моделювання сценаріїв енергозбереження?
10. Які переваги комплексного впровадження заходів порівняно з реалізацією одного заходу?

ПРАКТИЧНА РОБОТА №4

Тема: Вибір раціональних режимів роботи й експлуатації технологічних установок і електропривода.

Мета роботи: ознайомлення з принципами вибору оптимальних режимів роботи технологічних установок та електроприводів, а також з підходами до зниження енергоспоживання та компенсації реактивної потужності.

4.1. Короткі теоретичні відомості

Ефективність роботи технологічних установок значною мірою визначається режимами роботи електроприводів. Найбільшу частку електроспоживання у промисловості становлять електроприводи насосів, вентиляторів і компресорів, для яких характерна змінна потреба у продуктивності. При нераціональному регулюванні (наприклад, дроселюванні або використанні реостатів) значна частина електроенергії втрачається у вигляді тепла.

Одним із найбільш ефективних способів підвищення енергоефективності є застосування частотно-регульованого електропривода, який дозволяє змінювати швидкість обертання двигуна відповідно до реальних технологічних потреб. Для механізмів типу насосів і вентиляторів діє кубічна залежність споживаної потужності від швидкості обертання, що забезпечує суттєве зниження енергоспоживання при зменшенні швидкості.

Важливим аспектом є також вибір оптимального діапазону регулювання швидкості, який забезпечує стабільну роботу обладнання без перевантажень і перевитрат енергії. Раціональним вважається адаптивний режим роботи електропривода, при якому параметри роботи автоматично змінюються залежно від навантаження.

Крім того, для підвищення енергоефективності електроприводів застосовується компенсація реактивної потужності, що дозволяє зменшити навантаження на електричні мережі, знизити втрати електроенергії та покращити коефіцієнт потужності підприємства.

4.2. Завдання

Завдання 1. Економія електроенергії технологічними установками і механізмами.

Провести аналіз можливостей економії електроенергії на підприємстві через оптимізацію роботи технологічних установок і механізмів. Дано: студенти обирають технічні характеристики кількох промислових механізмів (наприклад, насосів, вентиляторів, компресорів) і характеристик їх енергоспоживання.

- потрібно:

1) розрахувати можливі втрати енергії в існуючих технологічних установках.

2) оцінити можливості економії енергії шляхом модернізації чи застосування нових технологій (наприклад, використання частотно-регульованих приводів для насосів).

Завдання 2. Вибір раціонального способу і діапазону регулювання швидкості електропривода залежно від технологічних умов роботи машин і механізмів.

Оцінити і вибрати оптимальний режим регулювання швидкості електропривода в залежності від технологічних умов роботи. Дано: студенти знаходять опис роботи конкретної технологічної установки (наприклад, транспортер, насос, вентилятор), а також вимоги до швидкості роботи.

- потрібно:

1) визначити, який спосіб регулювання швидкості (аналоговий, цифровий, частотно-регульований) є найбільш ефективним для конкретної установки.

2) вибрати діапазон швидкостей для оптимізації енерговитрат з урахуванням технологічних вимог.

Задання 3. Вибір раціонального способу регулювання швидкості залежно від характеру зміни навантаження.

Оцінити можливості для вибору раціонального способу регулювання швидкості в залежності від характеру змінного навантаження на електропривод. Дано: студенти повинні проаналізувати роботу електропривода в умовах змінного навантаження (наприклад, насос або вентилятор з змінною пропускною здатністю).

- потрібно:

1) оцінити різні способи регулювання швидкості в залежності від змінності навантаження (від традиційного регулювання за допомогою реостатів до частотного регулювання).

2) провести розрахунки щодо економії енергії при застосуванні різних способів регулювання швидкості.

4.3. Хід виконання завдання

Завдання 1. Економія електроенергії.

1. Вихідні дані (обраний об'єкт):

Розглянемо насосну установку:

- Потужність двигуна: $P = 15$ кВт;
- ККД двигуна: $\eta = 0.9$
- Час роботи: 4000 год/рік
- Робота на 80% продуктивності (дроселювання)

2. Розрахунок втрат енергії.

Фактичне споживання:

$$P_{\text{ex}} = \frac{P}{\eta} = \frac{15}{0,9} = 16,7 \text{ кВт,}$$

Річне споживання:

$$W = 16,7 \cdot 4000 = 66800 \text{ кВт/год,}$$

При дроселюванні ~30% енергії втрачається:

$$W_{\text{втрач}} = 66800 \cdot 0,3 = 20040 \text{ кВт/год,}$$

3. Економія при використанні частотного регулювання.

При зниженні швидкості до 80%:

$$P \sim n^3$$

$$P_{\text{нов}} = 0,8^3 = 0,512$$

Нова потужність:

$$P_{\text{нов}} = 16,7 \cdot 0,512 = 8,55 \text{ кВт,}$$

Річне споживання:

$$W_{\text{нов}} = 8,55 \cdot 4000 = 34200 \text{ кВт/год,}$$

4. Економія

$$\Delta W = 66800 - 34200 = 32600 \text{ кВт/год,}$$

Висновок: економія $\approx 49\%$

Найбільші втрати виникають через дроселювання. Перехід на частотне регулювання дозволяє майже вдвічі зменшити споживання електроенергії.

Завдання 2. Вибір способу регулювання/

1. Об'єкт: вентилятор вентиляційної системи:

- змінне навантаження
- потреба плавного регулювання

2. Порівняння способів.

Спосіб	Недоліки	Переваги
Дроселювання	великі втрати	простота
Реостатне	втрати в опорах	дешевизна

Спосіб	Недоліки	Переваги
Частотне	дорожче	максимальна економія

3. Вибір. Оптимальний варіант: частотно-регульований електропривод (ЧРП)

4. Діапазон регулювання.

Для вентилятора:

$$n = (0.5 \div 1.0)n_{\text{ном}}$$

Оптимально: 50–100% швидкості

- Найефективніший метод - ЧРП
- Забезпечує економію до 50%
- Дозволяє плавне регулювання

Завдання 3. Регулювання при змінному навантаженні.

1. Умови: насос із змінною витратою:

- навантаження змінюється від 40% до 100%

2. Порівняння методів

Метод	Енергоспоживання
Дроселювання	100%
Реостат	90–95%
Частотне	40–60%

3. Розрахунок економії.

При середній швидкості 70%:

$$P_{\text{нов}} = 0,7^3 = 0,34$$

$$P = 0,7^3$$

$$P_{\text{нов}} = 16,7 \cdot 0,34 = 5,73 \text{ кВт,}$$

Річне споживання:

$$W = 5,73 \cdot 4000 = 22920 \text{ кВт/год,}$$

4. Економія.

$$\Delta W = 66800 - 22920 = 43880 \text{ кВт/год,}$$

Економія $\approx 65 \%$.

У ході виконання роботи встановлено, що найбільші втрати електроенергії в технологічних установках виникають при використанні дроселювання, оскільки частина енергії витрачається без виконання корисної роботи. Найбільш ефективним способом зниження енергоспоживання є застосування частотного регулювання електропривода, що дозволяє зменшити споживання електроенергії на 40–65%, підвищити ресурс обладнання та забезпечити плавне керування технологічними процесами. Визначено, що оптимальний діапазон регулювання швидкості для насосів і вентиляторів становить 0,5–1,0 від номінального значення, що забезпечує стабільну та енергоефективну роботу. Найбільш раціональним режимом експлуатації є адаптивний режим, при якому швидкість електропривода змінюється відповідно до поточного навантаження, що дозволяє досягти максимальної енергоефективності роботи установки.

4.4. Вказівки щодо оформлення звіту

1. Перед виконанням завдання необхідно ознайомитися з основним теоретичним матеріалом, що вивчається на відповідній лекції.
2. Ознайомитися та проаналізувати завдання практичної роботи.
3. Відповідно до прикладу виконання завдання, поетапно виконати практичну роботу.
4. Оформити звіт відповідно до вимог захисту та виконання практичних робіт.
5. Зробити висновок про виконану роботу.

6. Відповісти на контрольні питання для підготовки до захисту практичного звіту.

4.5. Контрольні питання

1. Які фактори впливають на енергоспоживання в технологічних установках?

2. Як використання частотних перетворювачів дозволяє знижувати споживання енергії?

3. Як вибір способу регулювання швидкості залежить від характеру роботи технологічної установки?

4. Чому для деяких установок доцільно використовувати частотно-регульовані електроприводи?

5. Як зміна навантаження впливає на вибір методу регулювання швидкості?

6. Які фактори визначають вибір між реостатним і частотно-регульованим способом регулювання?

7. Як зниження напруги може вплинути на ефективність роботи електродвигуна?

8. Які наслідки можуть бути при зниженні напруги на затискачах для роботи електричного обладнання?

9. Як використання синхронної машини допомагає знизити витрати енергії в електричних мережах?

10. Які переваги використання синхронної машини як компенсатора реактивної потужності для промислових підприємств?

ПРАКТИЧНА РОБОТА №5

Тема: Технологічні втрати енергії в електричних мережах.

Мета роботи: оцінка та мінімізація технологічних втрат енергії в електричних мережах.

5.1. Короткі теоретичні відомості

Технологічні втрати електричної енергії в електричних мережах - це неминучі втрати, що виникають у процесі передачі та розподілу електроенергії внаслідок фізичних процесів у провідниках та обладнанні. Основними складовими таких втрат є активні втрати в опорах елементів мережі, втрати, пов'язані з реактивною потужністю, ємнісними струмами, а також втрати на коронний розряд у високовольтних лініях.

Втрати потужності в елементах електричної мережі визначаються законом Джоуля–Ленца і пропорційні квадрату струму та активному опору провідника. Це означає, що зі збільшенням струму втрати зростають квадратично, що особливо важливо при передачі великих потужностей на значні відстані. Для довгих ліній електропередач враховується розподілений характер параметрів, однак у більшості інженерних розрахунків застосовується спрощена модель із зосередженими параметрами.

Значний вплив на втрати має реактивна потужність, яка не виконує корисної роботи, але створює додаткове навантаження на мережу. Зменшення реактивної складової струму шляхом компенсації (наприклад, установкою конденсаторних батарей) дозволяє знизити повний струм у лінії, а отже — і активні втрати потужності.

У протяжних високовольтних лініях важливим фактором є ємнісні струми, які виникають через ємність між проводами та землею. Ці струми також

спричиняють додаткові втрати енергії, особливо при високих напругах і великих довжинах ліній.

Окремим видом втрат є втрати на корону, які виникають у повітряних лініях електропередач при високих напругах унаслідок іонізації повітря навколо провідників. Величина цих втрат залежить від напруги, діаметра проводу, стану поверхні провідника та погодних умов.

Зменшення технологічних втрат досягається шляхом оптимізації режимів роботи мережі, підвищення рівня напруги передачі, використання проводів з меншим опором, компенсації реактивної потужності та вдосконалення конструкції ліній електропередач.

5.2. Завдання

Задання 1. Визначення технологічних втрат потужності в елементах електричної мережі.

1. Втрата потужності в елементах електричної мережі. Елемент із зосередженим опором. Для заданого елемента мережі (проводом довжиною 100 км і опором 0,25 Ом/км) обчисліть втрату потужності, якщо через нього протікає струм 1000 А.

Використовуйте формулу втрати потужності:

$$P = I^2 R ,$$

2. Однорідна лінія електропередач. Розрахуйте втрати потужності на однорідній лінії електропередачі з опором 0.1 Ом/км і довжиною 150 км. Струм на лінії складає 500 А. Знайдіть загальну втрату потужності на лінії.

Формула для розрахунку втрат потужності:

$$P = I^2 R_{total} ,$$

де $R_{total} = R \cdot L$.

Задання 2. Визначення втрат потужності на лініях з компенсацією.

1. Оцініть ефективність компенсації втрат потужності в лінії електропередачі, якщо на її кінці встановлений конденсатор, який компенсує реактивну потужність. Визначте, як компенсація впливає на загальні втрати потужності.

Вхідна реактивна потужність $Q_{\text{input}} = 100$ кВАр, потужність, компенсована конденсатором, дорівнює 80 кВАр.

Задання 3. Облік ємнісних струмів у втраті потужності. Облік ємнісних струмів щодо втрат потужності на лініях електропередач.

1. Для лінії електропередачі довжиною 200 км та напругою 110 кВ обчисліть ємнісні струми, що спричиняють втрати потужності. Врахуйте, що ємність лінії становить 0.01 мкФ/км.

Формула для обчислення ємнісного струму:

$$I_c = V \cdot C \cdot \omega ,$$

де V - напруга, C - ємність, ω - кутова частота (для змінного струму 50 Гц).

Задання 4. Втрата потужності на корону.

1. Для високовольтної лінії (110 кВ) з проводами діаметром 2 см розрахуйте втрати потужності, що виникають через корону. Для цього використайте стандартні формули для втрат на корону в залежності від напруги та геометрії проводів.

Задання 5. Розрахунок технологічних втрат енергії для реальної лінії електропередачі.

1. Використовуючи отримані дані з попередніх частин, розрахуйте загальні технологічні втрати енергії на лінії електропередачі. Потрібно врахувати:

- втрати через зосереджений опір;
- втрати на корону;
- втрати, пов'язані з ємнісними струмами;

- зробіть відповідні обчислення, враховуючи тип та довжину лінії, номінальну потужність і напругу.

5.3. Вказівки щодо оформлення звіту

1. Перед виконанням завдання необхідно ознайомитися з основним теоретичним матеріалом, що вивчається на відповідній лекції.

2. Ознайомитися та проаналізувати завдання практичної роботи.

3. Підготуйте звіт, де ви повинні виконати:

- розрахунки в таблицях або діаграмах.

- презентацію результатів у вигляді звіту з поясненням кожного кроку розрахунку.

4. Завдання завершиться розробкою практичного звіту та презентації, які будуть використовуватися для аналізу технологічних втрат енергії в електричних мережах, а також знайти способи їх зменшення в реальних умовах.

5. Оформити звіт відповідно до вимог захисту та виконання практичних робіт.

6. Зробити висновок про виконану роботу.

5.4. Контрольні питання

1. Як зростання струму впливає на втрату потужності?

2. Як зменшення опору проводу може знизити втрати?

3. Як зміна довжини лінії або її опору впливає на втрати потужності?

4. Який вплив компенсації на втрати потужності?

5. Як зменшення реактивних потужностей покращує ефективність роботи лінії?

6. Як зміна ємності лінії впливає на величину ємнісних струмів?

7. Які заходи можуть бути прийняті для зменшення ємнісних втрат?

8. Як зменшення діаметра проводів або підвищення напруги впливає на втрати потужності на корону?

9. Які методи можна застосувати для зменшення коронних втрат?

ПРАКТИЧНА РОБОТА №6

Тема: Вибір раціонального типу електропривода.

Мета роботи: ознайомлення з методами вибору найбільш ефективного типу електропривода для конкретних умов експлуатації з урахуванням енергозбереження та розвитку сучасних технологій у цій галузі.

6.1. Короткі теоретичні відомості

Електропривод є сукупністю електродвигуна, системи керування та механічної частини, що забезпечує перетворення електричної енергії в механічну та керування технологічним процесом. Вибір раціонального типу електропривода є важливим завданням, оскільки від нього залежить енергоефективність, надійність і економічність роботи обладнання.

Основними типами електроприводів є:

- асинхронні - найбільш поширені завдяки простоті конструкції, надійності та низькій вартості;
- синхронні - застосовуються у випадках, коли необхідна висока точність швидкості та високий коефіцієнт потужності;
- електроприводи постійного струму - використовуються для широкого діапазону регулювання швидкості та високої точності керування.

Вибір типу електропривода визначається умовами експлуатації, до яких належать характер навантаження (постійне або змінне), режим роботи (тривалий, короткочасний, повторно-короткочасний), вимоги до точності регулювання швидкості, умови навколишнього середовища та економічні показники.

Суттєвим фактором є спосіб регулювання швидкості електропривода. Традиційні методи (реостатне або дросельне регулювання) характеризуються значними втратами енергії. Сучасні системи керування базуються на

використанні частотно-регульованих приводів, які дозволяють плавно змінювати швидкість обертання двигуна шляхом зміни частоти живлячої напруги, що забезпечує значне зниження енергоспоживання, особливо при змінному навантаженні.

Для механізмів із вентиляторним характером навантаження (насоси, вентилятори) споживана потужність суттєво залежить від швидкості обертання, що робить частотне регулювання найбільш ефективним способом енергозбереження. Крім того, сучасні електроприводи оснащуються мікропроцесорними системами керування, що забезпечують адаптивне регулювання, діагностику та підвищення надійності роботи.

Сучасні тенденції розвитку електроприводів пов'язані з впровадженням безщіткових двигунів, цифрових систем керування, інтегрованих приводних систем та інтелектуальних алгоритмів керування. Це дозволяє підвищити коефіцієнт корисної дії, зменшити втрати електроенергії та забезпечити оптимальні режими роботи обладнання в реальному часі.

Таким чином, раціональний вибір електропривода базується на комплексному врахуванні технічних, енергетичних та економічних факторів і є ключовим елементом підвищення енергоефективності сучасних промислових систем.

6.2. Завдання

Завдання 1. Аналіз умов експлуатації електропривода.

Провести аналіз умов експлуатації для різних типів електроприводів. Дано: студенти обирають технічні характеристики декількох електроприводів, що працюють в різних технологічних процесах (наприклад, в насосах, вентиляторних системах, конвеєрних лініях).

- потрібно:

1) проаналізувати умови експлуатації для кожного з електроприводів (температурний режим, варіативність навантаження, тривалість роботи тощо).

2) визначити, які типи електроприводів найбільше підходять для кожного із заданих умов (асинхронні, синхронні, постійного струму).

Задання 2. Вибір системи електропривода.

1. Провести порівняльний аналіз різних типів систем електропривода в залежності від вимог до точності та економії енергії.

2. Вибрати оптимальний тип системи керування (наприклад, частотно-регульоване регулювання для насосів з змінною пропускнуою здатністю).

Задання 3. Енергозберігаючі аспекти застосування частотно регульованого електропривода.

Розрахувати енергозбереження, яке можна досягти за допомогою частотно-регульованого електропривода в конкретному технологічному процесі. Дано: студент знаходить та описує характеристики електродвигуна та опис процесу (наприклад, насос для подачі води в систему опалення з постійним і змінним режимом роботи).

- потрібно:

1) порахувати потенціал економії енергії, використовуючи частотно-регульований привід, порівняно з традиційними способами регулювання (наприклад, через зміни напруги).

2) провести розрахунки енергозбереження в умовах змінного навантаження і стабільної роботи.

Задання 4. Тенденції розвитку сучасного електропривода.

1. Оцініть поточні тенденції в розвитку електроприводів, включаючи новітні технології, такі як безщіткові двигуни, інтегровані системи управління або адаптивне регулювання швидкості. Описати переваги та недоліки нових підходів в контексті енергозбереження.

- потрібно:

1) оцінити перспективи впровадження сучасних технологій електроприводів у промисловість.

2) розробити рекомендації щодо впровадження новітніх типів електроприводів на підприємствах, враховуючи тенденції розвитку в галузі енергозбереження та підвищення ефективності.

2. Провести порівняльний аналіз різних типів електроприводів для заданих умов експлуатації, врахувати енергозберігаючі аспекти частотно-регульованих приводів і запропонувати оптимальну систему для конкретної установки.

6.3. Вказівки щодо оформлення звіту

1. Перед виконанням завдання необхідно ознайомитися з основним теоретичним матеріалом, що вивчається на відповідній лекції.

2. Ознайомитися та проаналізувати завдання практичної роботи.

3. Підготуйте звіт, де ви повинні виконати:

- порівняння різних типів електроприводів за параметрами енергоефективності та умовами експлуатації.

- розрахунок економії енергії при застосуванні частотно-регульованого приводу.

- оцінка перспективних тенденцій розвитку сучасних електроприводів.

4. Підготувати презентацію з результатами аналізу, включаючи графіки, таблиці порівнянь та рекомендації щодо впровадження обраного типу електропривода.

5. Оформити звіт відповідно до вимог захисту та виконання практичних робіт.

6. Зробити висновок про виконану роботу.

6.4. Контрольні питання

1. Які ключові фактори потрібно враховувати при виборі електропривода для специфічних умов експлуатації?
2. Як умови навантаження впливають на вибір типу електропривода?
3. Які основні фактори визначають вибір між різними типами систем електропривода?
4. В чому переваги та недоліки частотно-регульованих електроприводів у порівнянні з традиційними системами?
5. Які основні технології мають найбільший потенціал для зниження енергоспоживання в електроприводах?
6. Як інтелектуальні системи управління можуть поліпшити енергоефективність в майбутньому?
7. Які переваги дає частотно-регульований електропривод з точки зору економії енергії?
8. Як частотно-регульовані електроприводи допомагають знижувати експлуатаційні витрати?

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Генеруючі агрегати і станції. Частина 1 : конспект лекцій для здобувачів бакалаврського рівня вищої освіти ОПП "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіки" спеціальності 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіки" денної форми здобуття вищої освіти / уклад. : В. Мардзявко, А. Руденко, Р. Чурило. Миколаїв: МНАУ, 2024. 60 с. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/17443>
2. Енергетичний менеджмент та енергоефективність: підручник / І. О. Самойленко та ін. Харків : ФОП Бровін О. В., 2020. 348 с. URL: <https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/44582>.
3. Енергобезпека та енергоефективність : метод. реком. для виконання практ. робіт здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» денної та заочної форми здобуття вищої освіти / уклад. В. І. Гавриш. Миколаїв : МНАУ, 2022. 76 с. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/11579>.
4. Енергоефективні технології : навчальний посібник / А. С. Мандрика та ін.; за заг. ред. А. С. Мандрики. Суми : Сумський державний університет, 2021. 330 с.
5. Енергозбереження в АПК : конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» денної форми здобуття вищої освіти / уклад. В. Мардзявко, А. Руденко. Миколаїв : МНАУ, 2025. 206 с. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/20757>

6. Енергозбереження та використання поновлюваних джерел енергії. Частина 1: навч. посіб. / О. П. Голик та ін.; М-во освіти і науки України; Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. Кропивницький : Лисенко В.Ф., 2020. 192 с.

7. Закладний О. М., Праховник А. В., Соловей О. І. Енергозбереження засобами промислового електропривода : навч. посібник. Київ : Кондор, 2022. 408 с.

8. Краснянський М. Ю. Енергозбереження : навчальний посібник. Київ : Кондор, 2023. 136 с.

9. Основи безпечної експлуатації електроустановок : підручник / С. В. Панченко та ін. Харків : УкрДУЗТ, 2021. 149 с.

ДОДАТОК

Додаток 1

141. Ен 1/1. 11. ПР01. ЕЗ в АПК

Лист

08

Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

ЗВІТ

до практичної роботи №1
з дисципліни “Енергозбереження в АПК ”
на тему: “ Сучасний стан енергетики і енергозбереження ”

Допуск до виконання _____

Допуск до захисту _____

Захист _____

Виконав студент групи: З Ен 1/1 _____
(підпис)

Олексій ХАРІТОНОВ
(імя, прізвище)

Керівник: _____
(підпис)

Віталій МАРДЗЯВКО
(імя, прізвище)

Навчальне видання

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В АПК

Методичні рекомендації

Укладач: **Мардзявко Віталій Анатолійович**

Формат 60x84 1/16. Ум. друк. арк. 4,4.

Тираж 20 прим. Зам. № _____

Надруковано у видавничому відділі
Миколаївського національного університету
54020, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013 р.