

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

Циклова комісія авіаційного і радіоелектронного обладнання

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

з навчальної дисципліни
«Спеціальні розділи електроенергетики»
обов'язкових компонент
освітньо-професійної програми першого(бакалаврського) рівня вищої освіти

***141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(Електромеханіка)***

за темою № 3 – Техніко-економічні розрахунки в електропостачанні

Кременчук 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 30.08.2023 № 7

СХВАЛЕНО

Методичною радою
Кременчуцького льотного коледжу
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 28.08.2023 № 1

ПОГОДЖЕНО

Секцією Науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 29.08.2023 № 7

Розглянуто на засіданні циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, протокол від 28.08.2023р № 1.

Розробник: викладач циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, к.т.н., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Волканін Є.Є.

Рецензенти:

1. Доцент кафедри електричних станцій Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», к.т.н. Шокар'єв Д.А.
2. Викладач циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання КЛК ХНУВС, к.т.н., професор Гаврилюк Ю.М.

План лекції:

1. Мета, зміст і порядок розрахунків.
2. Ефективність вживання матеріалів і енергії.
3. Методика техніко-економічних розрахунків.

Рекомендована література:

Основна література:

1. Шкрабець Ф. П. Основи електропостачання: Навч. посібник. –Д.: Національний гірничий університет, 2012.
2. Електропостачання промислових підприємств: Підручник для студентів електромеханічних спеціальностей / В.І. Мілих, Т.П. Павленко. – Харків: ФОП Панов А. М., 2016. – 272 с.
3. Разумний Ю.Т., Заїка В.Т., Степаненко Ю.В. Енергозбереження: Навч.посібник. –Д.: Національний гірничий університет, 2005.
4. Перехідні процеси в системах електропостачання / Півняк Г.Г., Винославський В.Н., Рибалко А.Я., Несен Л.І. та ін. – Дніпропетровськ: Видавництво НГА України, 2000.
5. Василега П.О. Електропостачання: Навчальний посібник. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2008. – 415 с.

Допоміжна література:

1. Сінчук О.М., Бойко С.М., Сінчук І.О., Ялова О.М. Спеціальні розділи енергетики. Нетрадиційна та відновлювана енергетика. Навчальний посібник – Кривий Ріг – Кременчук: Видавництво ПП Щербатих О.В. 2017, – 218 с.
2. Сінчук О.М., Бойко С.М., Сінчук І.О., Мельник О.Є. Нормативно-правова база енергетики Навчальний посібник – Кривий Ріг – Кременчук: Видавництво ПП Щербатих О.В. 2017, – 150 с.
3. Системи електропостачання. Елементи теорії та приклади розрахунків: навчальний посібник / М. Й. Бурбело, О. О. Бірюков, Л. М. Мельничук – Вінниця: ВНТУ, 2011. – 204 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті:

1. Сервер Верховної Ради України. – Режим доступу: www.rada.gov.ua.
2. Нормативні акти України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.nau.kiev.ua.
3. Закон України "Про ринок електричної енергії" – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: – <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2019-19>.
4. Закон України "Про електроенергетику" – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: - <https://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/575/97-%D0%B2%D1%80>.

Текст лекції

1. Мета, зміст і порядок розрахунків.

Для проектування, спорудження і експлуатації систем електропостачання (СЕП) витрачаються численні ресурси і фінансові кошти, які повинні бути використані з найбільшою ефективністю. Це вимагає всесторонньо обґрунтованих схвалюваних рішень.

Мета техніко-економічних розрахунків - доказ технічних функціональних здібностей СЕП, відповідних обґрунтованим вимогам споживачів (навантаженню, надійності тощо). При цьому вирішуються наступні питання:

- а) вибір і обґрунтовування устаткування для виконання необхідних функцій і вимог в межах функціонально обґрунтованих загальних положень;
- б) оцінка стану СЕП в нормальних та аварійних режимах роботи і доказ основних величин у функціонально-структурному відношенні СЕП для пускового періоду й подальшої експлуатації;
- в) доказ ефективності використовування капітальних вкладень в нові та СЕП, що реконструюються, і подальших експлуатаційних витрат шляхом порівняння варіантів і оптимізації.

Оцінка якісних показників та ефективності вибраного рішення (в порівнянні зі світовими стандартами), а також витрат на обробку проектної документації (оцінка продуктивності праці). В пакеті розрахунків повинні бути представлені всі необхідні програми обробки даних на ЕОМ. Обґрунтовування та вибір техніко-економічно доцільного варіанту СЕП базується на розгляді та порівнянні можливих варіантів за технічними, економічними та експлуатаційними показниками.

Основні показники СЕП

Технічні показники. До технічних показників відносяться надійність, припустимі відхилення та витрати напруги, сталість елементів СЕП в перехідних режимах, стабільність роботи приводів, число й рівні ступенів напруги, ступінь автоматизації та інші в нормальних і аварійних режимах СЕП.

Експлуатаційні показники. Найважливішими експлуатаційними показниками є тривалість відновлення електропостачання після ліквідації пошкоджень, тривалість поточних і капітальних ремонтів СЕП, припустимі перевантаження елементів електроустановок, зручність експлуатації, величина витрат потужності, кількість і кваліфікація обслуговуючого персоналу.

Економічні показники. Найважливішим економічним показником при порівнянні варіантів СЕП є річні приведені витрати, що включають капітальні вкладення і експлуатаційні витрати, а також вартість збитку. Для більш детальної економічної оцінки як окремих елементів, так і СЕП в цілому використовують додаткові показники:

надійність електропостачання споживачів, капітальні вкладення в СЕП, витрата матеріалів (особливо кольорових матеріалів), вартість витрат енергії та кількість обслуговуючого персоналу. Економічна оцінка проектування і технологічної підготовки проводиться з урахуванням показників продуктивності праці.

2. Ефективність вживання матеріалів і енергії.

Постановка мети економічної оцінки визначена в загальних задачах техніко-економічних розрахунків. Кожне технічне рішення повинно бути економічно мотивованим і обґрунтованим, тому економічну оцінку і технічне рішення слід опрацьовувати як єдине ціле.

Цілі і принципи рішень

Оцінка ефективності капітальних вкладень при проектуванні як для нових установок, так і для СЕП, що реконструюються і розширюються, повинна відповідати вимогам розвитку економіки країни; для цього служать економічні показники, приведені, відповідно до яких особливо необхідно обґрунтувати введення в дію матеріалів і енергії.

У порівнюваних варіантах економічні показники є вирішальними. Що стосується технічних і експлуатаційних показників порівнюваних варіантів, то вони повинні відповідати вимогам, проте не обов'язково бути рівноцінними. З рівноцінних варіантів за показниками їх експлуатаційних витрат вибирається варіант з більш вигідними технічними і експлуатаційними показниками.

Правильний вибір економічних показників і методів дії на ті параметри, які роблять найістотніший вплив на економічну ефективність електропостачання. До них відносяться: зменшення витрат електроенергії, підвищення надійності та якості електроенергії, вживання компенсуючих і регулюючих пристроїв, поліпшення коефіцієнта потужності в електроустановках тощо.

При проектуванні слід використовувати практичний досвід і новітні наукові досягнення в області СЕП для забезпечення ефективності капіталовкладень. Для урахування перспектив розвитку СЕП необхідно брати до уваги:

- приріст нових споживачів і навантажень, можливості почергового спорудження системи, територіальне розширення, подальші підключення до енергосистеми, що реконструюється, тощо;
- систему апаратури, включаючи вибір модернізованого устаткування і нових положень.

Економічні розрахунки виконують по єдиних методиках і правилах, які засновані на положеннях загальнодержавних стандартів і керівних вказівок.

Враховуючи, що матеріальні ресурси суспільства обмежені, вони повинні так використовуватися, щоб з можливо меншими витратами в суспільній праці можна було досягти максимальної ефективності. Будь-які витрати на спорудження, реконструкцію або раціоналізацію установок

виробництва, розподіли і споживання електроенергії повинні забезпечити високий економічний ефект. Ефективність здійснюваного рішення повинна бути як якісною, так і кількісною.

Якісний ефект використання оцінюється на підставі можливих комплексних господарських міркувань, виходячи з соціально-економічних, психологічних, оборонно-стратегічних, моральних та інших задач.

Кількісний ефект розраховується за основними методами з урахуванням спеціальних стандартів на електроенергетичні установки і встановлених вимог до СЕП. Початковою базою є структура витрат (рис. 1).

Принципи кількісного визначення ефективності

Головний показник "Загальні витрати" під час загальної тривалості використання СЕП визначає вирішальний критерій. Оцінка ефективності СЕП лише за капітальними витратами, експлуатаційними витратами або вартості збитку є недостатньою. Ефект від капітальних вкладень повинен бути ясно доведений з погляду народногосподарської користі (з включенням матеріалів і енергії) і враховувати:

- витрати суспільства до введення в експлуатацію СЕП;
- щорічні експлуатаційні витрати;
- витрати під час експлуатації СЕП;
- значення очікуваного збитку.

Слід брати до уваги подальше відтворювання як важливу передумову для зростання господарства; за законом накопичення частину поступаючих засобів спрямовують для розширення виробництва. Надійність живлення СЕП виражається через очікуваний збиток у споживачів; вона є важливою обмежуючою умовою.

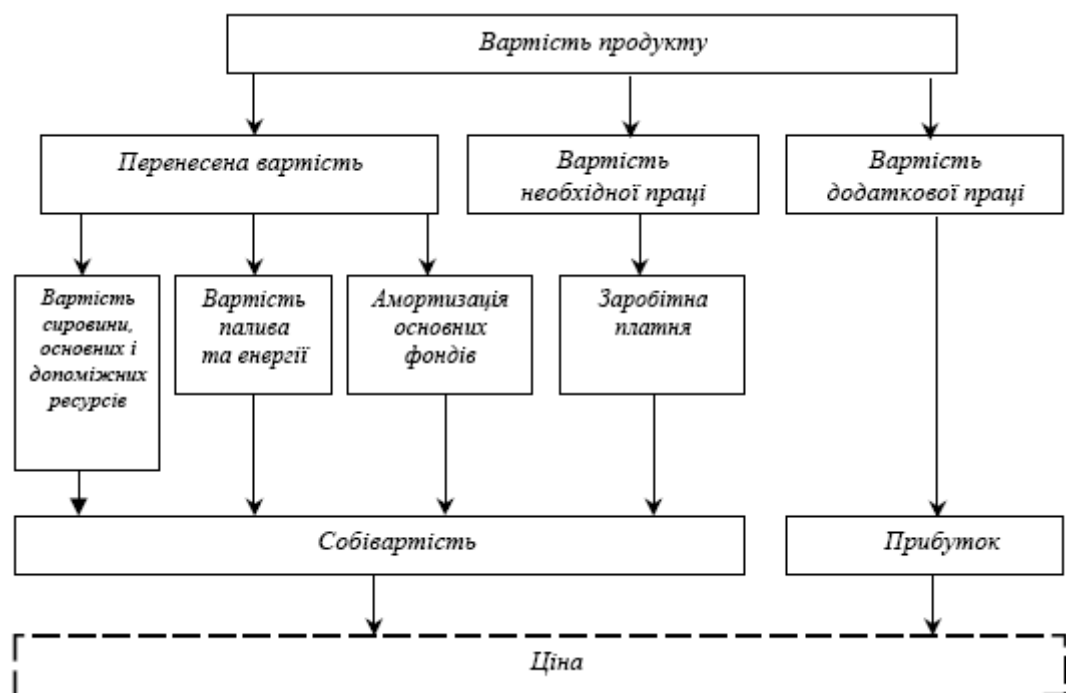


Рисунок 1. - Структура виробничих витрат.

Порівняння щорічних загальних витрат для різних технічно рівноцінних варіантів є найважливішим методом оцінки ефективності.

Для реалізації вибирається, як правило, варіант з найменшими загальними витратами.

На різні техніко-економічні розрахунки можуть впливати технічні умови обмеження, до яких відносяться:

- вимоги безпеки і якості;
- державні стандарти, вимоги виробництва;
- заборона на вживання дефіцитних матеріалів і енергоносіїв;
- вплив навколишнього середовища, безпечні відстані, обмеження приміщень;
- специфіка роботи споживачів, особливо вимоги надійності.

Слід порівнювати варіанти з об'єктивно необхідними обмеженнями, які дозволяють визначати максимально можливу ефективність за рівноцінних технічних умов обмеження.

Додаткові показники визначають для часткового аналізу, оскільки загальні витрати в грошовому вираженні не можуть достатньо повно характеризувати спеціальні аспекти. До таких слід віднести:

1. Енергетичні показники: потреба електроенергії, енергетичний ККД, коефіцієнт потужності комплексів живлення і споживання, теплові витрати тощо.
2. Показники матеріалів: витрата міді, свинцю, алюмінію тощо.
3. Показники технічного будівництва: спорудження будівель і відкритих майданчиків, земляні роботи, використання площ чужих територій тощо.
4. Показники обслуговуючого персоналу: число і кваліфікація обслуговуючого персоналу, ступінь автоматизації, підтримання в справності, коефіцієнт готовності.
5. Частина імпорту як вид і важливість імпортованого устаткування і установок.

Шляхом відповідних порівнянь з існуючими установками і оцінки вказаних показників необхідно прагнути при оцінці власних проектних рішень знаходити конкретні економічно слабкі місця.

3. Методика техніко-економічних розрахунків.

При виконанні техніко-економічних розрахунків в електропостачанні керуються структурою виробничих витрат (рис. 1) і застосовують типову методику визначення економічної ефективності капітальних вкладень. В основу порівнюваної оцінки варіантів для вирішення різних технічних задач СЕП покладена економічна ефективність. Показниками цієї ефективності є: річні загальні приведені витрати, термін окупності, питомий показник приведених витрат.

Річні загальні приведені витрати

$$З = E_n \cdot K_e + K_e + K_z,$$

де K_v — капітальні вкладення, включаючи вартість проектування;

K_e — річні експлуатаційні витрати;

$$K_e = K_a + K_n,$$

де K_a — витрати на амортизацію, поточний ремонт і обслуговування;

K_p — вартість витрат електроенергії; K_z — витрати на покриття вірогідного народногосподарського збитку від порушень електропостачання протягом року; E_n — нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень порівнюваних варіантів.

Коефіцієнт E_n характеризує ефективність, з якою вкладаються засоби для розвитку народного господарства. Він дозволяє приводити капітальні вкладення K_v до розмірності річних експлуатаційних витрат K_e . Якщо, наприклад, в СЕП вкладається K_v грн, то до кінця року повинен бути прибуток у розмірі $E_n K_v$ грн/рік.

Показник витрат містить суму всіх витрат протягом даних T років, віднесених до одного року. Цільова функція є економічною при умові, якщо приведені витрати $З$ будуть мінімальними.

Період окупності

Якщо необхідно порівняти лише два варіанти для виявлення переваг одного з них, не беручи до уваги тривалості будівництва і вважаючи величини очікуваного збитку однаковими, більш сприятливий варіант може бути визначений вельми просто за допомогою терміну окупності

$$T = \frac{\Delta K_e}{\Delta K_e} = \frac{K_{e2} - K_{e1}}{K_{e1} - K_{e2}},$$

де ΔK_v — додаткові капіталовкладення для варіанту 2 в порівнянні з варіантом 1; ΔK_e — зменшення експлуатаційних витрат для варіанту 2 в порівнянні з варіантом 1.

Період окупності T — це той період часу, протягом якого додаткові капітальні вкладення за одним з варіантів повністю окупаються за рахунок економії на річних експлуатаційних витратах. Величина, зворотна нормативному коефіцієнту ефективності капітальних вкладень

$$T_n = \frac{1}{E_n},$$

називається нормативним терміном окупності.

При $E_n = 0,12$ нормативний термін окупності $T_n = 8$ років. Доцільність прийнятого значення T_n пояснюється тим, що при подальшому збільшенні терміну окупності експлуатаційні витрати на кожну одиницю додаткових капітальних вкладень знижуються вельми незначно. Якщо фактичний термін окупності $T_f < T_n$ або $E_f > E_n$, економічним є більш капіталомісткий варіант за рахунок зменшення річних експлуатаційних витрат. Якщо ж $T_f > T_n$ або $E_f < E_n$, більш економічним буде менш капіталомісткий варіант. При $T_f = T_n$ або $E_f = E_n$ обидва варіанти економічно рівноцінні.

Питомий показник приведених витрат

Економічність порівнюваних варіантів може також оцінюватися не показниками приведених витрат, а сумарними витратами

$$З_{\Sigma} = K_{\varepsilon} + \frac{K_e}{E_n},$$

які представляють відношення річних витрат до нормативного коефіцієнта ефективності капітальних вкладень. При порівнянні варіантів, в яких електроустаткування та структура СЕП залежать від річної продуктивності підприємств, зручно користуватися питомими приведеними витратами на одиницю продукції

$$З = \frac{З_{\Sigma}}{\Pi},$$

де Π — річний обсяг продукції при нормальній експлуатації.

Надалі під збитком маються на увазі щорічні очікувані збитки підприємства від порушень електропостачання й зниження якості електроенергії. Оскільки надійність електропостачання і якість електроенергії мають імовірнісний характер, збиток є імовірнісною величиною, визначаємою на підставі аналізу статистичних спостережень.

Зупинимося на збитку від порушень електропостачання. Як показують дослідження, для кожного споживача електроенергії існує мінімально припустима тривалість t_0 перерви живлення, що не впливає на роботу споживача. Цей час визначається інерційністю механізмів і технологічних процесів і коливається в дуже широких межах (від 1 с до 30 хв і більше). Очевидно, що для споживачів 1-й категорії застосуванням резервування й автоматики повинна бути забезпечена тривалість перерви живлення, що не перевищує мінімально припустиму тривалість перерви t_0 . При перевищенні мінімально припустимої тривалості перерви живлення тривалість фактичного простою $t_{пр.ф}$ споживача складається із часу перерви електропостачання t_e й часу $t_{тех}$, необхідного для налагодження й доведення технологічного процесу до номінального режиму:

$$t_{пр.ф} = t_e + t_{тех}$$

Наслідком простою споживача є збиток, що складається із прямого (безпосереднього) і додаткового (непрямого). У прямий збиток входять збитки від розладу технологічного процесу або від погіршення його техніко-економічних показників, збитки від браку продукції, псування сировини, матеріалів і напівфабрикатів, виходу з ладу або скорочення терміну служби обладнання, простою робочої сили.

Додатковим збитком є збитки від скорочення випуску продукції в результаті простою устаткування. Для визначення додаткового збитку від перерви електропостачання споживачі по способах заповнення недовипущеної продукції можна розділити на чотири групи:

- 1) заповнення недовипущеної продукції не здійснюється;
- 2) заповнення недовипущеної продукції здійснюється надалі за рахунок організації понаднормових робіт;
- 3) заповнення недовипущеної продукції здійснюється надалі за рахунок форсування режиму роботи споживача;
- 4) недовипуск продукції відсутній або несуттєво залежить від перерв електропостачання.

Контрольні питання

1. Що таке приведені витрати? З яких елементів вони складаються?
2. Технічні, експлуатаційні та економічні показники систем електропостачання.
3. Що таке період окупності в енергетиці.
4. Оцінка ефективності систем електропостачання.
5. Показники економічної ефективності капіталовкладень.
6. Що таке прямий збиток від перерви в електропостачанні?
7. Що таке непрямий збиток від перерви в електропостачанні?