

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського»
Кафедра інженерії програмного забезпечення в енергетиці

Практична робота № 6
з курсу: «*Основи Веб-програмування*»

Виконала:
студентка 2-го курсу,
групи ТВ-33
Непомяща Валерія Олександрівна
Посилання на GitHub репозиторій:
<https://github.com/Valleriia/Basics-of-Web-programming-labs>

Перевірив:
Недашківський О.Л.

Київ 2024/2025

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6

Варіант 1

Теоретичний матеріал

Електропостачальною системою (ЕПС) називають сукупність електротехнічних установок, призначених для забезпечення споживачів електроенергією, об'єднаних технічно та організаційно спільністю процесів її передавання та розподілення.

Споживач електроенергії – юридична або фізична особа, яка споживає електричну енергію з метою організації технологічного процесу виробництва та задоволення життєво необхідних потреб. Споживачів ділять на промислові та непромислові підприємства, установи комунального господарства, міське та сільське населення.

6.1.1. Електричні навантаження

6.1.1.1. Класифікація електроприймачів

Електроприймач (ЕП) – пристрій для виконання роботи шляхом перетворення електроенергії в інші види – механічну, світлову, теплову, хімічну. Класифікація ЕП здійснюється за такими основними експлуатаційно-технічними ознаками: **за напругою та струмом, режимом роботи, технологічним призначенням, надійністю електропостачання.**

За напругою всі ЕП можна поділити на дві групи: до 1000 В і вище 1000 В. **За струмом** всі ЕП можна розділити на такі види: трифазні та однофазні приймачі, які працюють від мережі змінного струму промислової частоти (50 Гц); приймачі, які працюють за підвищеної чи зниженої частоти, а також приймачі постійного струму.

За режимом роботи приймачі можна віднести до одного з трьох режимів:

Тривалий режим – це такий режим, за якого приймачі працюють з незмінним або малозмінним навантаженням. В цьому режимі перевищення температури окремих частин електричної частини чи апарата не виходить за встановлені межі.

Короткочасний режим – це такий режим, за якого робочий період настільки малий, що окремі частини машини чи апарата не встигають досягнути встановленої температури.

Водночас період зупинки машини чи апарата настільки тривалий, що машина встигає охолонути до температури навколишнього середовища.

Повторно-короткочасний режим – це такий режим, за якого робочі періоди чергуються з паузами, а тривалість всього циклу не перевищує 10 хвилин.

За технологічним призначенням ЕП ділять на такі групи:

- електродвигуни верстатів (тривалий режим із змінним характером навантаження – група А);
- електродвигуни загальнопромислових механізмів (вентиляторів, насосів, компресорів) (тривалий режим із сталим характером навантаження – група Б);
- джерела світла;
- підйомно-транспортні механізми (повторно-короткочасний режим);
- електротехнологічні установки – зварювальні, електротермічні, електрохімічні тощо.

За надійністю електропостачання споживачі, згідно з ПУЕ, поділяються на три категорії:

- **I категорія** – споживачі, перерва електропостачання яких пов'язана з загрозою для життя та здоров'я людей, можливістю аварій, виходу з ладу дорогого основного обладнання, порушення нормальної діяльності масової кількості міських чи сільських мешканців. Такі споживачі повинні жити від двох незалежних джерел з автоматичним увімкненням резервного джерела. Перерва в електропостачанні може бути допущена лише на час автоматичного відновлення живлення. Доцільним є використання технологічного резерву.

Серед споживачів I категорії виділяють особливу групу, неперервна робота яких необхідна для безаварійної зупинки виробництва з метою запобігання загрозі життю чи здоров'ю людей, можливості аварій, виходу з ладу дорогого основного обладнання. Для них повинно бути передбачене третє резервне джерело з автоматичним його ввімкненням.

- **II категорія** – споживачі, перерва в електропостачанні яких призводить до масового недовипуску продукції, масових простоїв робітників, механізмів і промислового транспорту, порушення нормальної діяльності значної кількості міських чи сільських мешканців. Вони мають жити від двох незалежних джерел, але допускається ручне ввімкнення резервного джерела. Допускається живлення однією повітряною лінією, однією кабельною лінією, виконаною двома кабелями, від одного трансформатора за наявності централізованого складського резерву та можливості відновлення електропостачання протягом однієї доби.

- **III категорія** – споживачі, які не підпадають під визначення споживачів I та II категорій. Вони можуть жити від одного джерела, однак перерва в електропостачанні не повинна перевищувати однієї доби.

6.1.2. Графіки навантажень

Електричне навантаження (ЕН) – це узагальнене поняття, яке характеризує і режим споживання, і режим роботи елементів ЕПС. ЕН задається активною (P), реактивною (Q) потужностями, а також повною потужністю (S), струмом (I), коефіцієнтом потужності ($\cos \varphi$), коефіцієнтом реактивної потужності ($\tan \varphi$) [1]. Причому:

$$P = \sqrt{3}UI \cos \varphi; Q = \sqrt{3}UI \sin \varphi,$$

де: U – лінійна напруга мережі.

Режим роботи споживачів електричної енергії змінюється протягом доби, тижня, року. Змінюється і ЕН всіх елементів передавання електроенергії. Зміну навантажень у часі прийнято

зображати у вигляді графіків активних і реактивних навантажень – змінних, добових, місячних та річних. Неперервний добовий графік навантаження (рис. 6.1) відображає всі особливості зміни навантаження, а вибір швидкості запису дозволяє розглядати зміну навантаження протягом заданого інтервалу часу.

Добові графіки навантажень можна побудувати за показами лічильників активної та реактивної енергій (рис. 6.2), що встановлюються на лініях, які відходять від розподільних пристроїв підстанцій промислових підприємств. Для цього фіксують покази лічильників через певний інтервал часу (60 або 30 хвилин). Добові графіки обов'язково будують для двох режимних днів – зимового (близько 22 грудня) і літнього (близько 22 червня).

З річних найбільший інтерес заслуговує графік ЕН за тривалістю (рис. 6.3). Це графік, в якому всі значення ЕН розміщені в порядку їх спадання. Такий графік називають **упорядкованою діаграмою (УД)**. Площа річного графіка за тривалістю дорівнює спожитій за рік електроенергії W .

Річний графік будують за добовими графіками режимних днів.

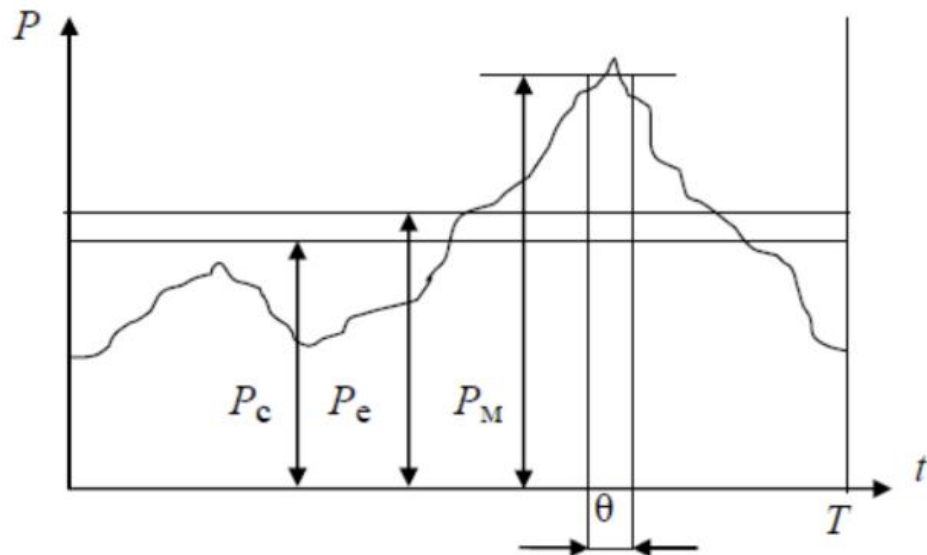


Рисунок 6.1. Непервний графік ЕН

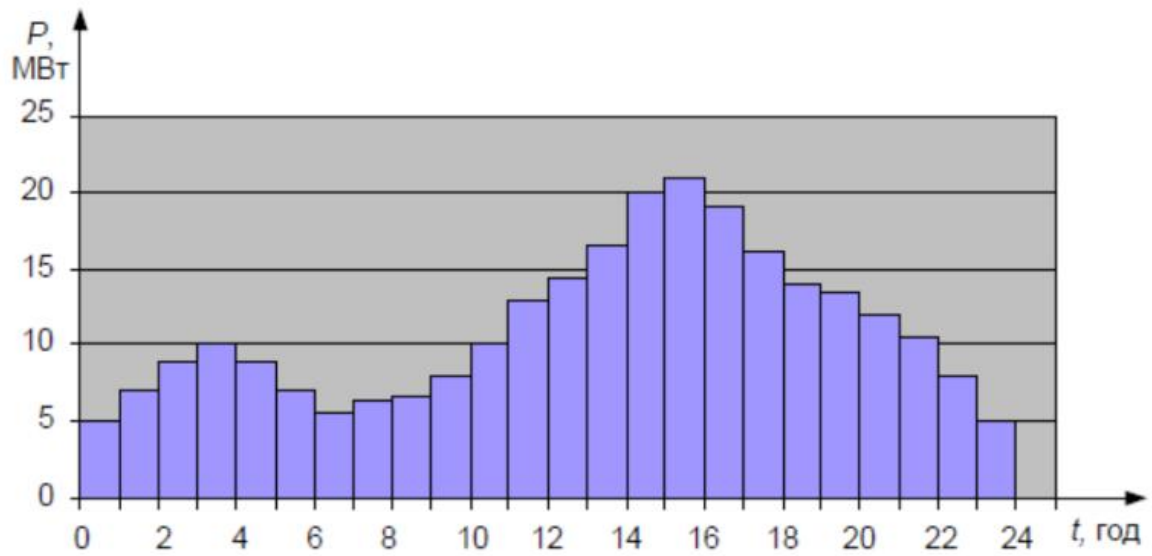


Рисунок 6.2. Графіки ЕН, що побудовані за показами лічильника

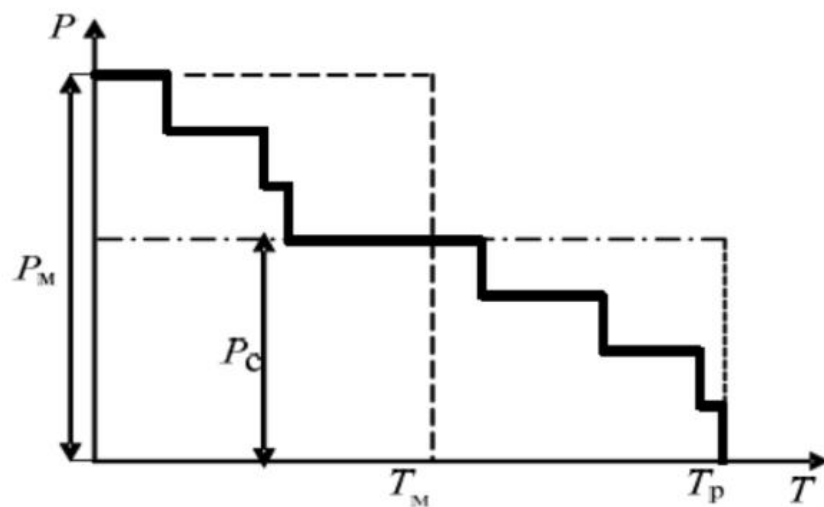
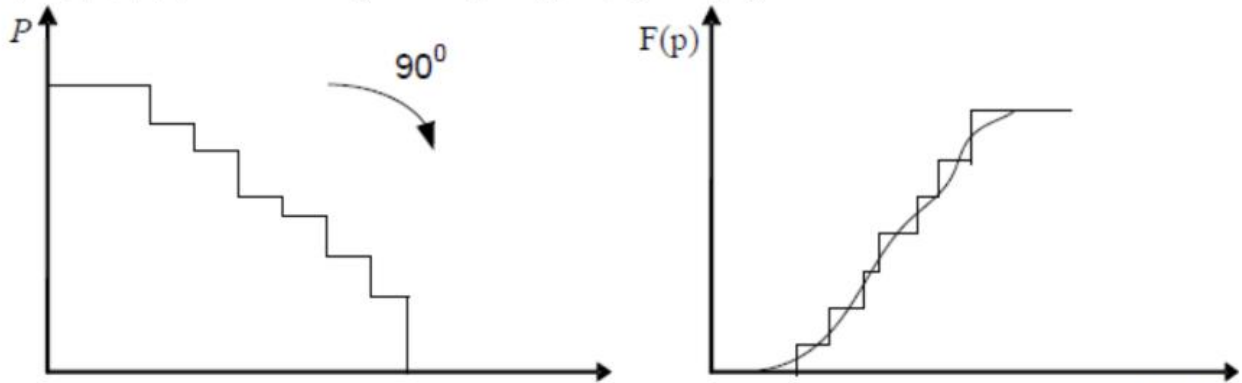


Рисунок 6.3. Річний графік ЕН за тривалістю

6.1.6.1. Метод упорядкованих діаграм

Метод упорядкованих діаграм (метод коефіцієнта максимуму) був довгий час основним методом розрахунку ЕН силових ЕП. Метод упорядкованих діаграм (УД) розроблено Г. М. Каяловим. В його основу покладено ймовірнісне моделювання. Навантаження розглядається як випадкова величина, а для теоретичного обґрунтування використані УД показників графіків ЕН, які за математичною суттю є функціями розподілу цих показників. На рис. 3.6 подано перехід від УД активної потужності до її функції розподілу.



Використовується наступний порядок розрахунку навантажень.

1. Визначають середні активні та реактивні навантаження за максимально завантажени зміни:

$$P_{\text{см}} = \sum_{i=1}^n k_{\text{в}i} \cdot P_{\text{н}i}; \quad Q_{\text{см}} = \sum_{i=1}^n k_{\text{в}i} \cdot P_{\text{н}i} \cdot \text{tg} \varphi_{\text{с}i}. \quad (6.6)$$

Причому значення коефіцієнта використання $k_{\text{в}i}$ та коефіцієнта реактивної потужності $\text{tg} \varphi_{\text{с}i}$ рекомендовано вибирати середніми з діапазону можливих значень, наведених в довідниках [3].

2. Знаходять груповий коефіцієнт використання та ефективну кількість ЕП за формулами:

$$K_{\text{в}} = \frac{\sum_{i=1}^n k_{\text{в}i} \cdot P_{\text{н}i}}{P_{\text{н}}}; \quad n_{\text{е}} = \frac{\left(\sum_{i=1}^n P_{\text{н}i} \right)^2}{\sum_{i=1}^n P_{\text{н}i}^2}. \quad (6.7)$$

3. За значеннями $K_{\text{в}}$, $n_{\text{е}}$ з таблиці 3.2 визначають коефіцієнт максимуму активної потужності і знаходять максимальні активні та реактивні навантаження.

Досвід застосування методу упорядкованих діаграм протягом тривалого часу показав, що він дає завищені значення $P_{\text{р}}$, $Q_{\text{р}}$, які на практиці не досягаються. Тому в 1992 році був запропонований новий метод розрахунку навантажень [4], який одні автори називають модифікованим методом УД, а інші – методом розрахункових коефіцієнтів.

Згідно з цим методом знаходять розрахункові навантаження, які визначають за формулами:

Розрахунковий коефіцієнт активної потужності $K_{\text{р}}$ знаходять за однією з довідкових таблиць $K_{\text{р}} = f(K_{\text{в}}, n_{\text{е}}, T_0)$ [4] (табл. 6.3 та 6.4), в яких наведені його значення відповідно для елементів мереж, що відповідають постійній часу нагрівання провідників $T_0 = 10$ хв. (II рівень електропостачання), та для розподільних трансформаторів і магістральних шинопроводів, що відповідають постійній часу нагрівання провідників $T_0 = 2,5$ год. (III рівень електропостачання) [4]. Значення $K_{\text{р}}$ в табл. 3.4 значно менші від значень $K_{\text{р}}$ в табл. 6.3.

Для кабельних ліній розподільних мереж напругою 10 (6) кВ, постійна часу нагрівання T_0 яких приблизно дорівнює 30 хв., (IV рівень електропостачання) коефіцієнт $K_{\text{р}}$ приймається рівним одиниці.

Таблиця 6.6. Дані для розрахунку контрольного прикладу

Підрозділи	Найменування ЕП	Номинальне значення коефіцієнта корисної дії ЕП: η_i	Коефіцієнт потужності навантаження: $\cos \varphi$	Напруга навантаження: U_n , кВ	Кількість ЕП: n , шт	Номинальна потужність ЕП: P_n , кВт	$n \cdot P_n$, кВт	Коефіцієнт використання: K_B	Коефіцієнт реактивної потужності: $\lg \varphi$	$n \cdot P_n \cdot K_B$, кВт	$n \cdot P_n \cdot K_B \cdot \lg \varphi$, квар	$n \cdot P_n^2$	Ефективна кількість ЕП: n_e	Розрахунковий коефіцієнт активної потужності: K_p	Розрахункове активне навантаження: P_p , кВт	Розрахункове реактивне навантаження: Q_p , квар	Повна потужність: S_p , кВ·А	Розрахунковий груповий струм: I_p , А
ШР1	Шліфувальний верстат (1-4)	0,92	0,9	0,38	4	20	n.3.1	0,15	1,33	???	???	???	-	-	-	-	-	n.3.2
	Свердильний верстат (5-6)	0,92	0,9	0,38	2	14	n.3.1	0,12	1	???	???	???	-	-	-	-	-	n.3.2
	Фугувальний верстат (9-12)	0,92	0,9	0,38	4	42	n.3.1	0,15	1,33	???	???	???	-	-	-	-	-	n.3.2
	Циркуляр на пила (13)	0,92	0,9	0,38	1	36	n.3.1	0,3	1,52	???	???	???	-	-	-	-	-	n.3.2
	Прес (16)	0,92	0,9	0,38	1	20	n.3.1	0,5	0,75	???	???	???	-	-	-	-	-	n.3.2
	Полірувальний верстат (24)	0,92	0,9	0,38	1	40	n.3.1	0,2	1	???	???	???	-	-	-	-	-	n.3.2
	Фрезерний верстат	0,92	0,9	0,38	2	32	n.3.1	0,2	1	???	???	???	-	-	-	-	-	n.3.2

17

	(26-27)	0,92	0,9	0,38	1	20	n.3.1	0,65	0,75	???	???	???	-	-	-	-	-	n.3.2
	Вентилятор (36)	-	-	-	Σ	-	Σ	n.4.1	-	Σ	Σ	Σ	n.4.2	n.4.3	n.4.4	n.4.5	n.4.6	n.4.7
ВСЬОГО ШР1		-	-	-	Σ	-	Σ	n.4.1	-	Σ	Σ	Σ	n.4.2	n.4.3	n.4.4	n.4.5	n.4.6	n.4.7
ВСЬОГО ШР2 (аналогічно)		-	-	-	=ШР1	-	=ШР1	=ШР1	-	=ШР1	=ШР1	=ШР1	=ШР1	=ШР1	=ШР1	=ШР1	=ШР1	=ШР1
ВСЬОГО ШР3 (аналогічно)		-	-	-	=ШР1	-	=ШР1	=ШР1	-	=ШР1	=ШР1	=ШР1	=ШР1	=ШР1	=ШР1	=ШР1	=ШР1	=ШР1
Крупні ЕП, що живляться від ТП (трансформаторної підстанції)	Зварювальний трансформатор	0,92	0,9	0,38	2	100	n.3.1	0,2	3	???	???	???	-	-	-	-	-	n.3.2
	Сушильна шафа	0,92	0,9*	0,38	2	120	n.3.1	0,8	-	???	-	???	-	-	-	-	-	n.3.2
Всього, навантаження цеху		-	-	-	81	-	2330	n.6.1	-	752	657	96388	n.6.2	n.6.3	n.6.4	n.6.5	n.6.6	n.6.7

Завдання:

Створіть Веб калькулятор для розрахунку електричних навантажень об'єктів з використанням методу впорядкованих діаграм. Цехова мережа складається з трьох типових цехів які під'єднується до трьох різних розподільчих шин (ШР1-ШР3) та кількох крупних електроприймачів (ЕП). Для спрощення приймемо що склад, номенклатура і характеристики ЕП всіх трьох цехів однакові. На основі складу ЕП та їх характеристик необхідно розрахувати силове навантаження цехової мережі.

Хід виконання:

Завдання складається з трьох основних файлів:

script.js – відповідає за обробку події натискання кнопки «Розрахувати», отримує введені значення, викликає необхідні функції для розрахунків і повертає результати у HTML.

style.css – містить стиль сторінки.

index.html – містить структуру веб-сторінки.

Завдання:

```

document.getElementById('add-ep').addEventListener('click', () => {
  const ep = {
    name: document.getElementById('name').value,
    section: document.getElementById('section').value,
    efficiency: parseFloat(document.getElementById('efficiency').value),
    cosPhi: parseFloat(document.getElementById('cosPhi').value),
    voltage: parseFloat(document.getElementById('voltage').value),
    quantity: parseInt(document.getElementById('quantity').value),
    power: parseFloat(document.getElementById('power').value),
    kv: parseFloat(document.getElementById('kv').value),
    tgPhi: parseFloat(document.getElementById('tgPhi').value)
  };
  eps.push(ep);
  alert(`ЕП "${ep.name}" додано до ${ep.section}`);
  // document.getElementById('ep-form').reset();
});

document.getElementById('calculate').addEventListener('click', () => {
  if (eps.length === 0) {
    alert('Додайте хоча б один ЕП!');
    return;
  }

  const sections = {
    'ШП1': [],
    'ШП2': [],
    'ШП3': [],
    'ТП': []
  };

  eps.forEach(ep => {
    sections[ep.section].push(ep);
  });

  const resultsDiv = document.getElementById('results');
  resultsDiv.innerHTML = '';

```



```

for (let section in sections) {
  if (sections[section].length > 0) {
    resultsDiv.innerHTML += `

### Підрозділ ${section}</h3>`; resultsDiv.innerHTML += generateTable(sections[section]); } } // Підрахунок загального навантаження цеху let allEps = eps; resultsDiv.innerHTML += `Загальне навантаження цеху</h3>`; resultsDiv.innerHTML += generateTable(allEps, true); }); function generateTable(data, isTotal = false) { let totalPnKv = 0; let totalPnKvTgPhi = 0; let totalPn2 = 0; let totalPn = 0; data.forEach(ep => { totalPnKv += ep.power * ep.quantity * ep.kv; totalPnKvTgPhi += ep.power * ep.quantity * ep.kv * (ep?.tgPhi || 1); totalPn2 += Math.pow(ep.power, 2) * ep.quantity; totalPn += ep.power * ep.quantity; }); const kvGroup = totalPnKv / totalPn; const ne = Math.ceil(Math.pow(totalPn, 2) / totalPn2); const kr = (isTotal) ? 0.7 : 1.25; const pp = kr * totalPnKv; const qp = ((isTotal) ? kr : 1) * totalPnKvTgPhi; const sp = Math.sqrt(pp ** 2 + qp ** 2); const ip = pp / 0.38; return ` <table> <tr><th>Показник</th><th>Значення</th></tr> <tr><td>Груповий коефіцієнт використання (Кв)</td><td>${kvGroup.toFixed(4)}</td></tr> <tr><td>Ефективна кількість ЕП (ne)</td><td>${ne.toFixed(2)}</td></tr> <tr><td>Розрахунковий коефіцієнт активної потужності (Kp)</td><td>${kr}</td></tr> <tr><td>Розрахункове активне навантаження (Pp), кВт</td><td>${pp.toFixed(2)}</td></tr> <tr><td>Розрахункове реактивне навантаження (Qp), квар</td><td>${qp.toFixed(2)}</td></tr> <tr><td>Повна потужність (Sp), кВА</td><td>${sp.toFixed(2)}</td></tr> <tr><td>Розрахунковий груповий струм (Ip), А</td><td>${ip.toFixed(2)}</td></tr> </table> `; }


```

Результат виконання на контрольному прикладі:

Калькулятор електричних навантажень

Додати електроприймач (ЕП)

Назва ЕП:

Підрозділ:

ККД (η):

$\cos \varphi$:

Шліфувальний верстат

ШР1

0.92

0.9

Напруга (U_n), кВ:

Кількість (n):

Потужність (P_n), кВт:

Коефіцієнт використання (КВ):

0.38

4

20

0.15

tg φ :

1.33

Додати ЕП

Розрахувати

Результати

Підрозділ ШР1

Показник	Значення
Груповий коефіцієнт використання (Кв)	0.2087
Ефективна кількість ЕП (n_e)	15.00
Розрахунковий коефіцієнт активної потужності (Кр)	1.25
Розрахункове активне навантаження (P_p), кВт	118.95
Розрахункове реактивне навантаження (Q_p), квар	107.30
Повна потужність (S_p), кВА	160.20
Розрахунковий груповий струм (I_p), А	313.03

Підрозділ ШР2

Показник	Значення
Груповий коефіцієнт використання (Кв)	0.2087
Ефективна кількість ЕП (n_e)	15.00
Розрахунковий коефіцієнт активної потужності (Кр)	1.25
Розрахункове активне навантаження (P_p), кВт	118.95
Розрахункове реактивне навантаження (Q_p), квар	107.30
Повна потужність (S_p), кВА	160.20
Розрахунковий груповий струм (I_p), А	313.03

Підрозділ ШР3	
Показник	Значення
Груповий коефіцієнт використання (Кв)	0.2087
Ефективна кількість ЕП (пє)	15.00
Розрахунковий коефіцієнт активної потужності (Кр)	1.25
Розрахункове активне навантаження (Pr), кВт	118.95
Розрахункове реактивне навантаження (Qr), квар	107.30
Повна потужність (Sp), кВА	160.20
Розрахунковий груповий струм (Ip), А	313.03

Загальне навантаження цеху	
Показник	Значення
Груповий коефіцієнт використання (Кв)	0.2862
Ефективна кількість ЕП (пє)	36.00
Розрахунковий коефіцієнт активної потужності (Кр)	0.7
Розрахункове активне навантаження (Pr), кВт	362.24
Розрахункове реактивне навантаження (Qr), квар	443.73
Повна потужність (Sp), кВА	572.81
Розрахунковий груповий струм (Ip), А	953.25

Результат виконання за варіантом:

Калькулятор електричних навантажень

Додати електроприймач (ЕП)

Назва ЕП:

Підрозділ:

ККД (ηн):

cos φ:

Шліфувальний верстат

ШР1

0.92

0.9

Напруга (Un), кВ:

Кількість (n):

Потужність (Pн), кВт:

Коефіцієнт використання (КВ):

0.38

4

20

0.15

tg φ:

1.33

Додати ЕП

Розрахувати

Результати

Підрозділ ШР1

Показник	Значення
Груповий коефіцієнт використання (K_v)	0.2096
Ефективна кількість ЕП (n_e)	15.00
Розрахунковий коефіцієнт активної потужності (K_p)	1.25
Розрахункове активне навантаження (P_p), кВт	119.45
Розрахункове реактивне навантаження (Q_p), квар	108.03
Повна потужність (S_p), кВА	161.05
Розрахунковий груповий струм (I_p), А	314.34

Підрозділ ШР2

Показник	Значення
Груповий коефіцієнт використання (K_v)	0.2096
Ефективна кількість ЕП (n_e)	15.00
Розрахунковий коефіцієнт активної потужності (K_p)	1.25
Розрахункове активне навантаження (P_p), кВт	119.45
Розрахункове реактивне навантаження (Q_p), квар	108.03
Повна потужність (S_p), кВА	161.05
Розрахунковий груповий струм (I_p), А	314.34

Підрозділ ШР3

Показник	Значення
Груповий коефіцієнт використання (K_v)	0.2096
Ефективна кількість ЕП (n_e)	15.00
Розрахунковий коефіцієнт активної потужності (K_p)	1.25
Розрахункове активне навантаження (P_p), кВт	119.45
Розрахункове реактивне навантаження (Q_p), квар	108.03
Повна потужність (S_p), кВА	161.05
Розрахунковий груповий струм (I_p), А	314.34

Загальне навантаження цеху

Показник	Значення
Груповий коефіцієнт використання (K_v)	0.2869
Ефективна кількість ЕП (n_e)	36.00
Розрахунковий коефіцієнт активної потужності (K_p)	0.7
Розрахункове активне навантаження (P_p), кВт	363.08
Розрахункове реактивне навантаження (Q_p), квар	445.25
Повна потужність (S_p), кВА	574.52
Розрахунковий груповий струм (I_p), А	955.46

ВИСНОВОК

Реалізована система спрощує аналіз споживання електроенергії та дозволяє ефективніше планувати електротехнічні навантаження у виробничому середовищі. Створення даного калькулятора дало змогу поглибити мої навички роботи з мовою програмування JavaScript.