

# **Управління енерговикористанням на базі технічних засобів автоматизованого обліку Товариства з обмеженою відповідальністю «ЕНЕЙ» селища міського типу Романів Житомирської області**

Виконав: ст. гр. ЕСЕ-18м Падун А. В.

Дипломний керівник: к. т. н., доцент Бабенко О. В.

**Мета дослідження.** Метою магістерської кваліфікаційної роботи є обґрунтування підвищення ефективності управління енерговикористанням в товаристві з обмеженою відповідальністю «ЕНЕЙ» за умови використання технічних засобів автоматизованого обліку електроенергії АСКОЕ.

**Основними задачами** для досягнення мети є:

- задача оптимального вибору параметрів елементів системи електропостачання підприємства: числа і потужності трансформаторів, перерізу ліній живлення, засобів компенсації реактивної потужності;
- огляд характеристик засобів автоматизованого обліку та опис структури АСКОЕ, що пропонується на підприємстві;
- обґрунтування підвищення ефективності управління енерговикористанням за умови отримання оперативних даних за допомогою засобів АСКОЕ шляхом створення відповідної програми, оброблення даних та аналізу результатів розрахунків.

**Об'єкт дослідження** – технічні засоби автоматизованого обліку Товариства з обмеженою відповідальністю «ЕНЕЙ».

**Предмет дослідження** – техніко-економічні показники процесу енерговикористання на підприємстві.

**Методи досліджень.** У магістерській роботі використовуються загальноприйняті методи розрахунку та аналізу.

**Наукова новизна.** Обґрунтовано напрями використання технічних засобів АСКОВЕ для комплексного покращення техніко-економічних показників енерговикористання на підприємстві.

**Практичне значення одержаних результатів.** Проведене дослідження дозволить наглядно оцінити доцільність використання автоматичної системи комерційного обліку електроенергії та вплине на покращення техніко-економічних показників підприємства.

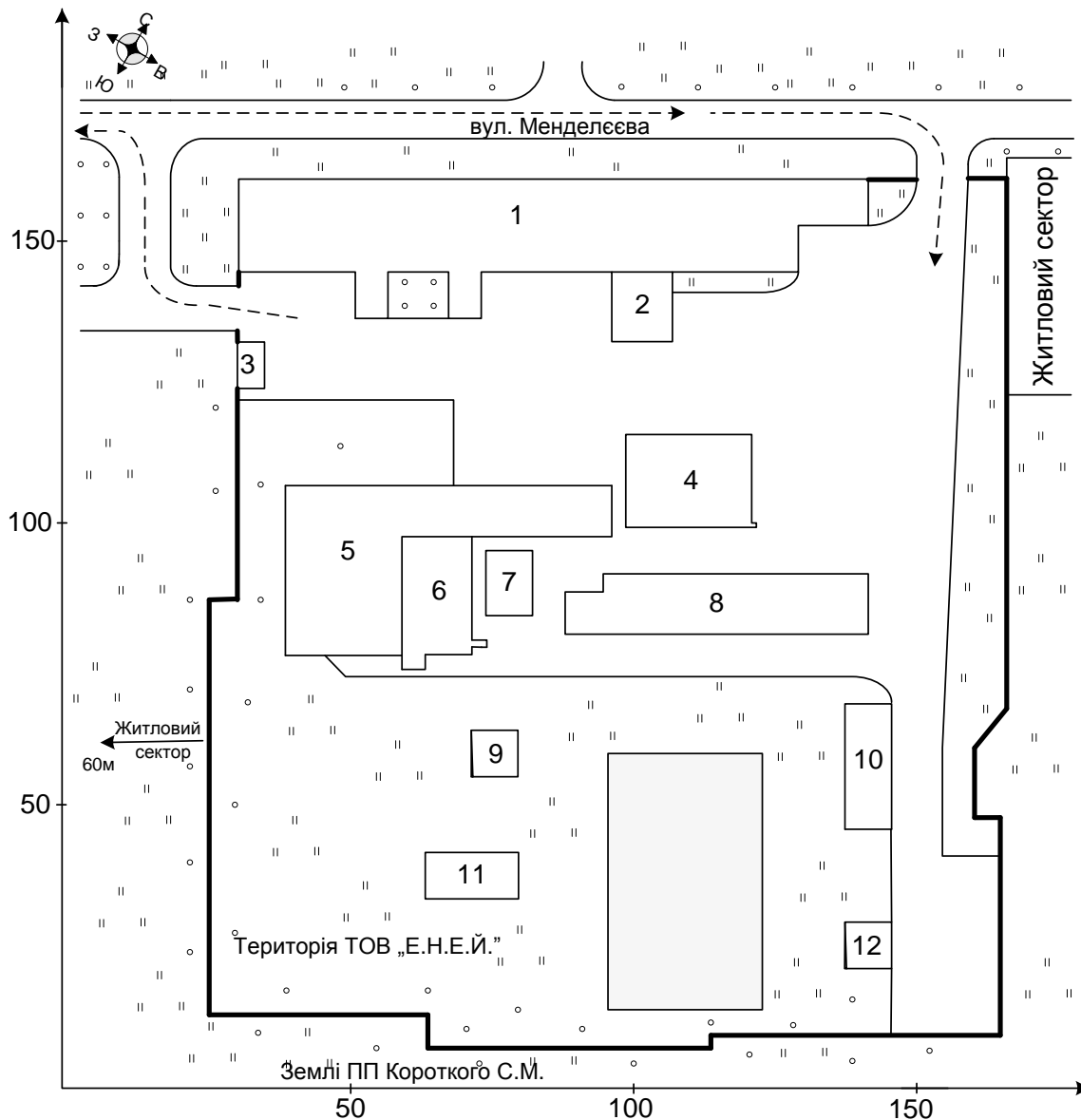


Рисунок 1 – Генеральний план підприємства

Таблиця 1 – Відомості про електричні навантаження підприємства

№ на плані	Назва цеху	Рн, кВт	К <sub>п</sub>	cosφ/tgφ	F, м <sup>2</sup>	Р <sub>пит.о.</sub> кВт/м <sup>2</sup>	К <sub>посв</sub>
1	Корпус №1. Адміністрація	15	0,5	0,7/1,02	1760	0,021	0,95
2	Зворотні ємності	25	0,5	0,75/0,88	131	0,013	0,6
3	Прохідна	2	0,5	0,6/1,33	36	0,016	0,8
4	Холодильний цех	150	0,79	0,9/0,48	242	0,016	0,6
5	Корпус №2	120	0,5	0,85/0,62	933	0,021	0,95
6	Компресорна	163	0,87	0,9/0,48	533	0,015	0,8
7	Випарник	35	0,7	0,85/0,62	92	0,015	0,6
8	Склад	3	0,45	0,75/0,88	575	0,015	0,6
9	Склад	3	0,45	0,75/0,88	64	0,015	0,6
10	Артсвердловина	14,5	0,5	0,75/0,88	172	0,012	0,6
11	Градирня	68	0,7	0,85/0,62	128	0,014	0,8
12	Каналізаційна насосна станція	6	0,55	0,75/0,88	64	0,014	0,6

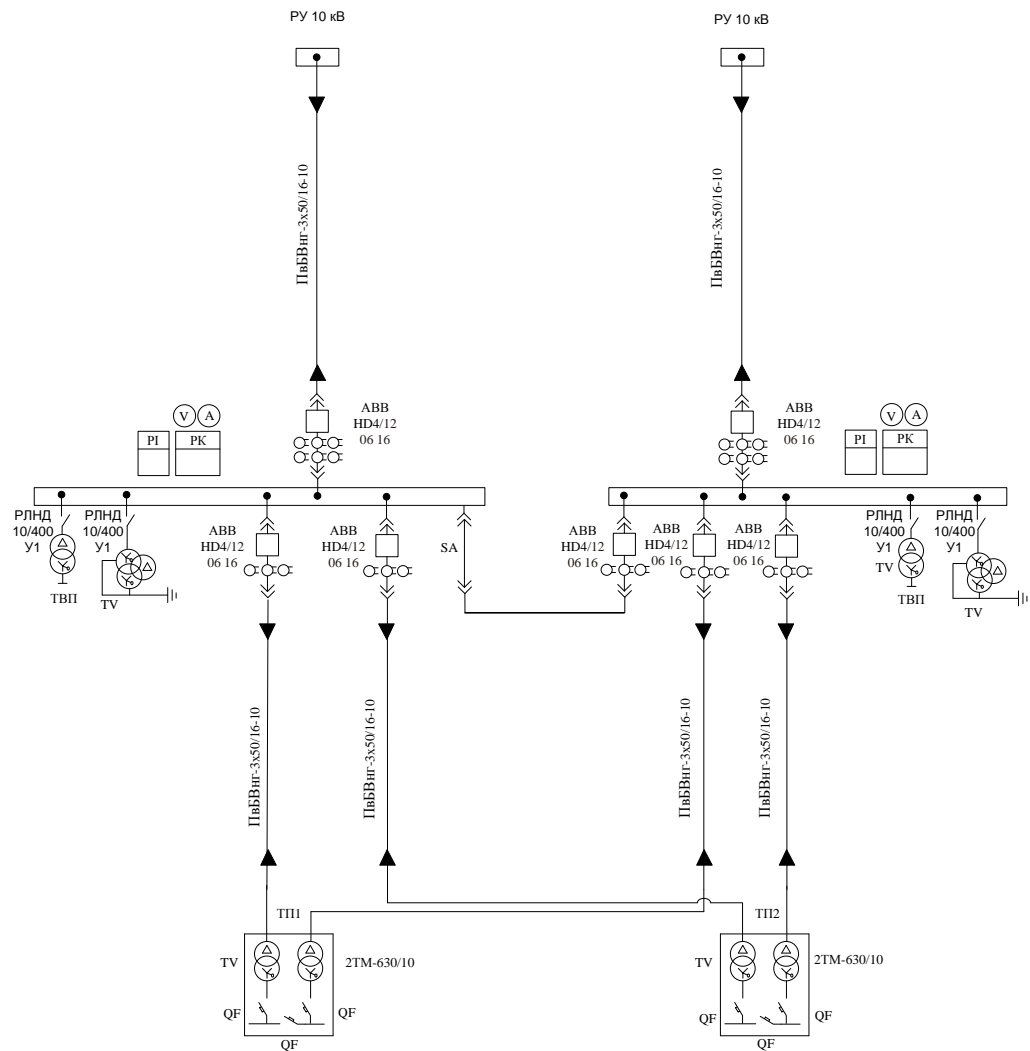


Рисунок 2 – Однолінійна схема електропостачання ТОВ «ЕНЕЙ»

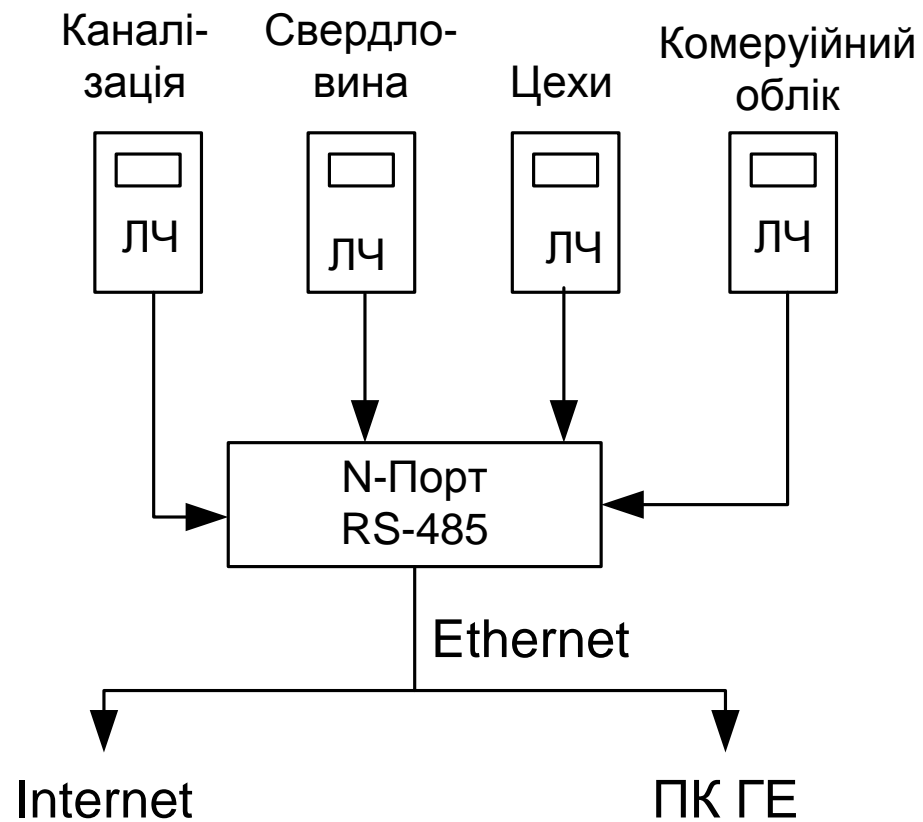
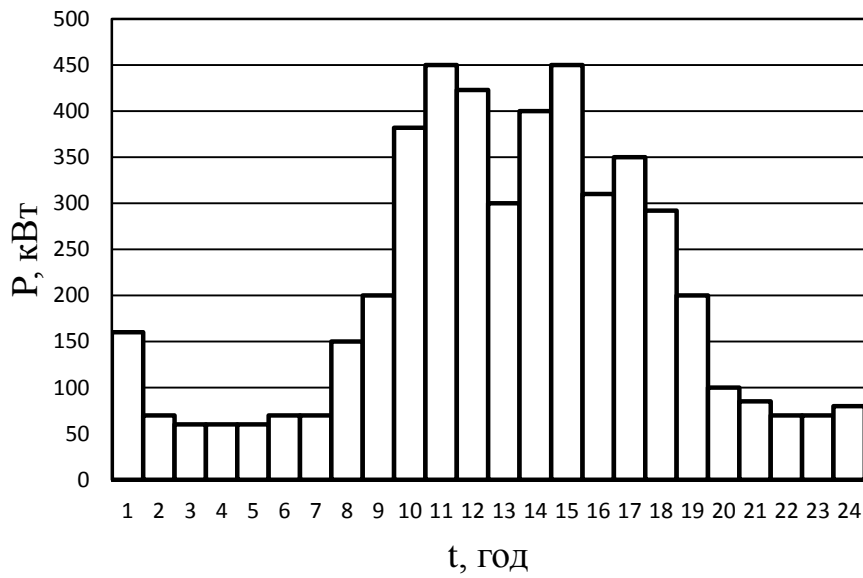
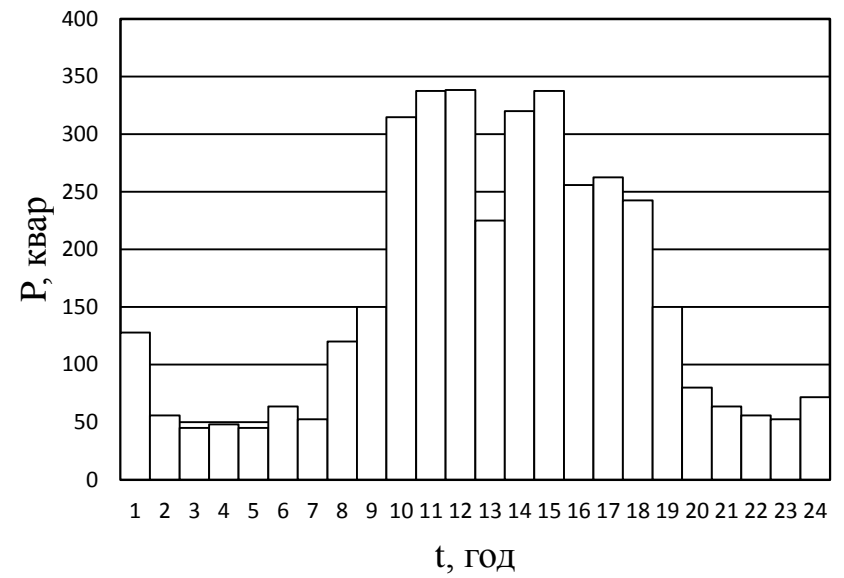


Рисунок 3 – Структурна схема АСКОЕ ТОВ «ЕНЕЙ»

Добовий графік активного навантаження



Добовий графік реактивного навантаження





Місяць:	січень				Двонічний тариф		Тризонний тариф 1			Тризонний тариф 2			Тризонний тариф 3					
dWт	116,99	кВт*год			Нічний	Напівпіко	Нічний	Напівпі	Піковий	Нічний	Напівпі	Піковий	Нічний	Напівпі	Піковий			
Ввнд	14194	грн					Січень, лютий, листопад, грудень			Березень, квітень, вересень, жовтень			Травень, червень, липень, серпень					
	Ркан, к	Рсвердл, к	Р, кВт	Р, кВт	0,35	1,35	0,25	1,02	1,8	0,25	1,02	1,8	0,25	1,02	1,8	Ввнд, гр	Вw2з, грн	Вw3з1, грн
1		10	70	80	1		1			1			1			226,114	79,13976	56,5284
2			70	70	1		1			1			1			197,849	69,24729	49,46235
3			60	60	1		1			1			1			169,585	59,35482	42,3963
4			60	60	1		1			1			1			169,585	59,35482	42,3963
5			60	60	1		1			1			1			169,585	59,35482	42,3963
6		10	60	70	1		1			1			1			197,849	69,24729	49,46235
7			60	60	1			1			1		1			169,585	59,35482	172,9769
8			150	150		1		1			1			1		423,963	572,35005	432,44226
9			200	200		1			1			1			1	565,284	763,1334	1017,5112
10	12		370	382		1			1			1			1	1079,69	1457,584794	1943,4464
11			450	450		1		1			1				1	1271,89	1717,05015	1297,3268
12			423	423		1		1			1			1		1195,58	1614,027141	1219,4872
13			450	450		1		1			1			1		1271,89	1717,05015	1297,3268
14			500	500		1		1			1			1		1413,21	1907,8335	1441,4742
15			450	450		1		1			1			1		1271,89	1717,05015	1297,3268
16		10	300	310		1		1			1			1		876,19	1182,85677	893,714
17			350	350		1		1			1			1		989,247	1335,48345	1009,0319
18	12		280	292		1			1			1		1		825,315	1114,174764	1485,5664
19			200	200		1			1			1		1		565,284	763,1334	1017,5112
20			100	100		1			1			1		1		282,642	381,5667	508,7556
21			85	85		1			1			1			1	240,246	324,331695	432,44226
22			70	70		1		1				1			1	197,849	267,09669	201,80639
23			70	70		1		1				1			1	197,849	267,09669	201,80639
24		10	70	80	1		1			1				1		226,114	79,13976	56,5284
Сума				5022												<b>14194</b>	<b>17636,0129</b>	<b>16209,12</b>

Таблиця 2 - Форма програми визначення показників процесу енерговикористання

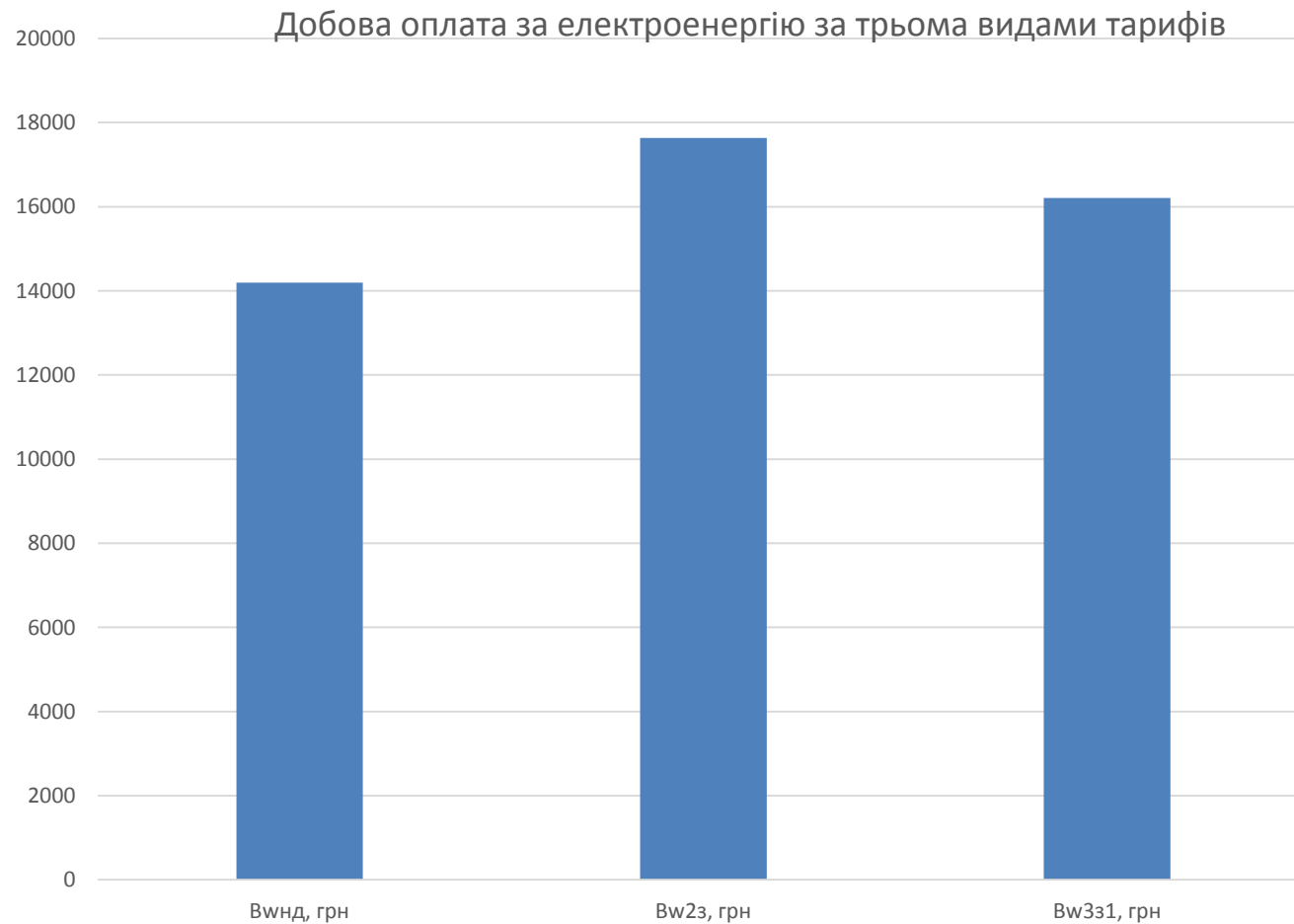


Рисунок 4 – Рівень добової оплати за трьома видами тарифів, грн

# Таблиця 3 – Відомості про тарифи на електроенергію

Період часу	нічний	напівпіковий	піковий
<b>Двотонні тарифи, диференційовані за періодами часу</b>			
Тарифні коефіцієнти	0,35	1,35	
Тривалість періоду, год	8	16	
Межі тарифних зон, год.	23.00–7.00	7.00–23.00	
<b>Тризонні тарифи, диференційовані за періодами часу</b>			
Тарифні коефіцієнти	0,25	1,02	1,8
Тривалість періоду, год.	7	11	6
Січень, лютий, листопад, грудень	23.00 – 6.00	6.00–8.00; 10.00–17.00; 21.00–23.00	8.00–10.00; 17.00–21.00
Березень, квітень, вересень, жовтень	23.00 – 6.00	6.00–8.00; 10.00–18.00; 22.00–23.00	8.00–10.00; 18.00–22.00
Травень, червень, липень, серпень	24.00 – 7.00	7.00–8.00; 11.00–20.00; 23.00–24.00	8.00–11.00; 20.00–23.00



## Аналіз добових графіків електричних навантажень, що отримані з використанням АСКОЕ

Параметр	Назва	Аналіз
$P_C = \sum_{k=1}^m \frac{P_k}{m} = \frac{5022}{24} = 209,25 \text{ кВт.}$ $Q_C = \sum_{k=1}^m \frac{Q_k}{m} = \frac{3941,05}{24} = 164,21 \text{ кВт.}$	<p>Середньодобове активне навантаження за характерну добу</p> <p>Середньодобове реактивне навантаження за характерну добу</p>	Для подальших розрахунків (визначення втрат енергії в трансформаторах та ін.)
$P_{ск} = \sqrt{\sum_{k=1}^m \frac{P_k^2}{m}} = \sqrt{\frac{1652742}{24}} = 262,42$	Середньоквадратичне навантаження	Для подальших розрахунків
$Dp = P_{ск}^2 - P_C^2 = 262,42^2 - 209,25^2 = 25079 \text{ кВт}^2;$ $\sigma p = \sqrt{Dp} = \sqrt{25079} = 158,36 \text{ кВт.}$	<p>Дисперсія</p> <p>Середньоквадратичне відхилення</p>	<p>Для подальших розрахунків</p> <p>Для статистичної обробки даних</p>
$T_{\max} = \frac{W_{\text{доб}}}{P_{\max}} = \frac{5022}{500} = 10,044 \text{ год.},$	Час використання максимальної потужності	Технологічні процеси підприємства займають меншу частину доби
$K_{фа} = \frac{P_{ск}}{P_C} = \frac{262,42}{209,25} = 1,25 .$ $K_{фр} = \frac{P_{ск \cdot p}}{P_{c \cdot p}} = \frac{205,09}{164,21} = 1,25 .$	Коефіцієнти форми активного та реактивного навантаження	Нерівномірне навантаження протягом доби

## Аналіз добових графіків електричних навантажень, що отримані з використанням АСКОЕ

Параметр	Назва	Аналіз
$K_z = \frac{P_c}{P_{\max}} = \frac{209,25}{500} = 0,42$	Коефіцієнт заповнення графіка навантаження	Підтверджує відсутність помітного збільшення споживання електроенергії підприємством в години пікових навантажень
$K_{\max} = \frac{P_{\max}}{P_c} = \frac{500}{209,25} = 2,39$	Коефіцієнт максимуму навантаження	Навантаження підприємства нерівномірно розподілено в денний період доби
$K_H = \frac{P_{\min}}{P_{\max}} = \frac{60}{500} = 0,12$	Коефіцієнт нерівномірності	Свідчить про значний спад навантаження в нічний період і є характерним для підприємств із двозмінним режимом роботи

## Визначення рівнів потужності в години ранкових та вечірніх максимумів навантаження

Щорічний розрахунок необхідних річних обсягів споживання



Направлення на затвердження в Обленерго



Розроблення місячного та добового плану споживання електричної енергії

Для січня 2019 року план споживання електроенергії ТОВ «ЕНЕЙ» склав 165 МВт·год.

$$W_{\text{доб}} = \frac{W_{\text{міс}}}{30} = \frac{165000}{30} = 5524 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$



Визначаються договірні рівні потужності в години ранішнього та вечірнього максимумів навантаження енергосистеми



в години ранішнього максимуму

$$P_{\text{м.р}} = \frac{W_{\text{доб}}}{24 \cdot K_{\text{з.р}}} = \frac{5524,2}{24 \cdot 0,55} = 420,2 \text{ кВт;}$$

$$K_{\text{з.р}} = \frac{P_{\text{с}}}{P_{\text{м.р}}} = \frac{209,25}{382} = 0,55$$

в години вечірнього максимуму

$$P_{\text{м.в}} = \frac{W_{\text{доб}}}{24 \cdot K_{\text{з.в}}} = \frac{5524,2}{24 \cdot 0,72} = 321,2 \text{ кВт;}$$

$$K_{\text{з.в}} = \frac{P_{\text{с}}}{P_{\text{м.в}}} = \frac{209,25}{292} = 0,72$$

Добові втрати електроенергії в кожному трансформаторі

$$\Delta W_{mp} = \Delta P_{xx} T_{mp} + \beta^2 \Delta P_{кз} T_n$$

$$\beta^2 = \frac{k_{\phi a}^2 P_c^2 + k_{\phi p}^2 Q_c^2}{S_n^2}$$

Коефіцієнт початкового навантаження

$$K_{31} = \frac{1}{S_{ном .m}} \cdot \sqrt{\frac{S_{H1}^2 \cdot t_1 + S_{H2}^2 \cdot t_2 + \dots + S_{Hm}^2 \cdot t_m}{t_1 + t_2 + \dots + t_m}} = \frac{1}{400} \cdot \sqrt{\frac{411737,6}{16}} = 0,401$$

Коефіцієнт перевантаження

$$K'_{II} = \frac{1}{S_{ном .m}} \cdot \sqrt{\frac{S_{H1}^2 \cdot t_1 + S_{H2}^2 \cdot t_2 + \dots + S_{Hm}^2 \cdot t_m}{t_1 + t_2 + \dots + t_m}} = \frac{1}{400} \cdot \sqrt{\frac{2250499}{8}} = 1,326$$

Коефіцієнт максимуму навантаження

$$K_{max} = \frac{S_{max}}{S_{ном .m}} = \frac{640}{400} = 1,6$$

$$K_2 < 0,9 \cdot K_{max}$$



$$K_2 = 0,9 \cdot K_{max} = 1,44 > K_{доп} = 1,36$$



Аналізується технологічний процес і приймається рішення про перенесення частини навантаження для зниження коефіцієнта перевантаження

Таблиця 4 – Дані для побудови регресійної залежності

Місяці	Випуск продукції				
	8 т/доба	9 т/доба	10 т/доба	11 т/доба	12 т/доба
	Споживання електроенергії, кВт*год				
1	5200	5460	5623,8	5792,514	6082,14
2	5150	5407,5	5569,725	5736,817	6023,658
3	5000	5250	5407,5	5569,725	5848,211
4	4900	5145	5299,35	5458,331	5622,08
5	4750	4987,5	5137,125	5342,61	5502,888
6	4700	4935	5083,05	5286,372	5444,963
7	4700	4935	5083,05	5286,372	5550,691
8	4690	4924,5	5072,235	5325,847	5592,139
9	4790	5029,5	5180,385	5439,404	5711,374
10	4950	5197,5	5353,425	5621,096	5845,94
11	5050	5302,5	5461,575	5734,654	5964,04
12	5090	5344,5	5504,835	5780,077	6011,28



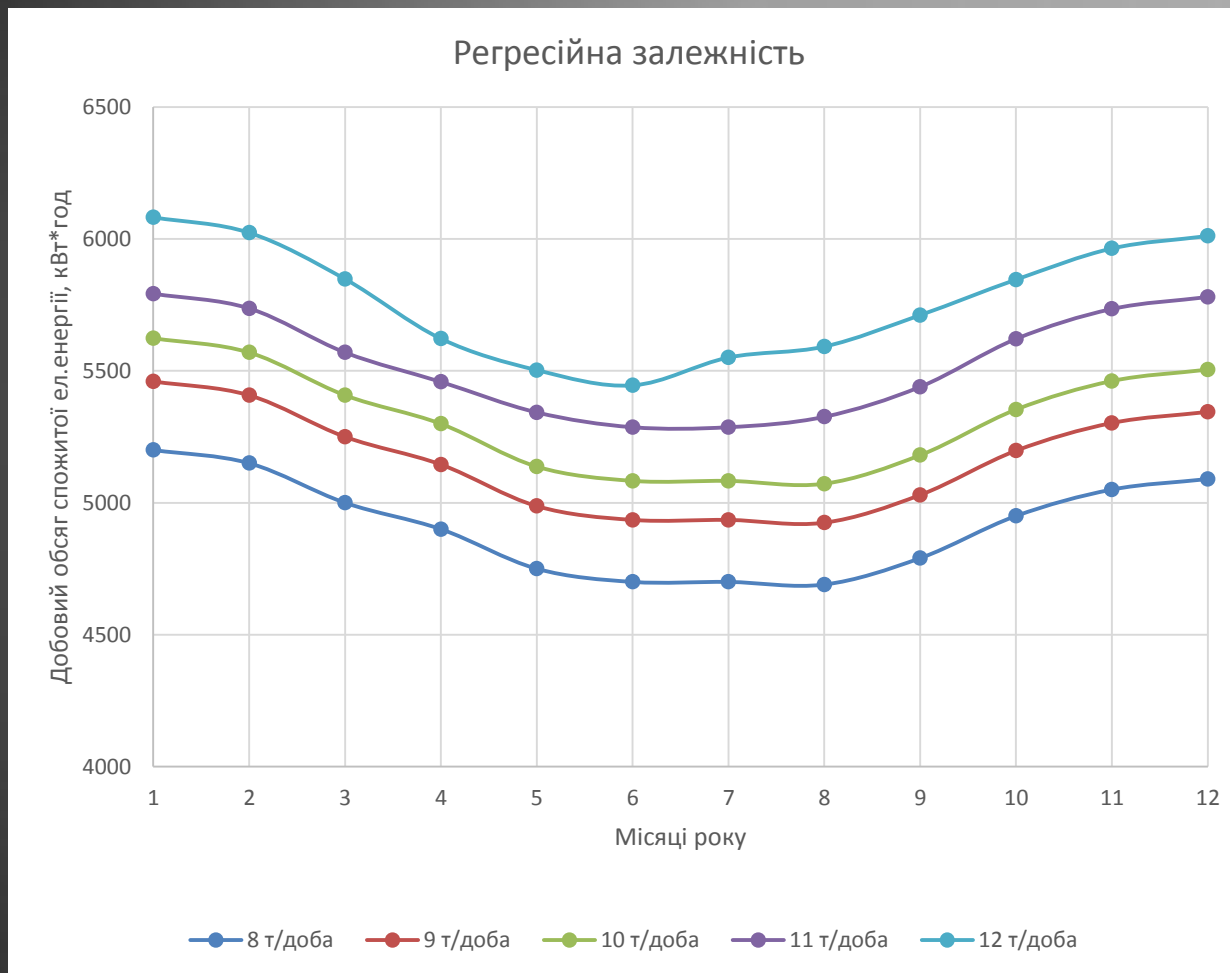


Рисунок 5 – Регресійна залежність спожитої електроенергії протягом доби від обсягу випуску продукції

## ВИСНОВКИ

1. Визначено оптимальні параметри системи електропостачання, а саме розрахунок втрат потужності в цехових ТП, визначення кількості та потужності цехових ТП, оптимального перерізу зовнішньої лінії живлення та визначення оптимальних перерізів КЛ 10 кВ.
2. Обґрунтовано доцільність застосування автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії на даному підприємстві. Описано структуру АСКОЕ ТОВ «ЕНЕЙ» та рекомендації щодо більш економічного енерговикористання на підприємстві.
3. Оброблення даних АСКОЕ дозволило порівняти між собою існуючі тарифи на електроенергію та відобразити перевагу переходу на недиференційований тариф, розрахувати параметри добових графіків навантаження, необхідні для їх використання в подальшому аналізі.
4. Показано ефективність використання АСКОЕ для ефективного планування максимальних значень навантажень а також для контролю ефективної роботи трансформатора. Зокрема є можливість отримувати інформацію про добові втрати електроенергії в трансформаторі, а також фіксувати недопустимі перевантаження і оперативно впроваджувати заходи по їх усуненню шляхом регулювання навантаження підприємства.
5. Висвітлені питання щодо розрахунку капіталовкладень в системі електропостачання, які включають в себе розрахунки собівартості електроенергії, потреби в робочій силі, витрат по заробітній платі та інших поточних витрат.
6. Розглянуто питання організації та розроблено норми по охороні праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях на товаристві з обмеженою відповідальністю «ЕНЕЙ»

**Дякую за увагу**