ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ НАСОСНОЇ СТАНЦІЇ В СЕЛІ БОХОНИКИ

- Науковий керівник: канд. техн. наук, доцент Бабенко О.В.
- Доповідач: студент групи ЕМ – 17м Нагорна К.Р.

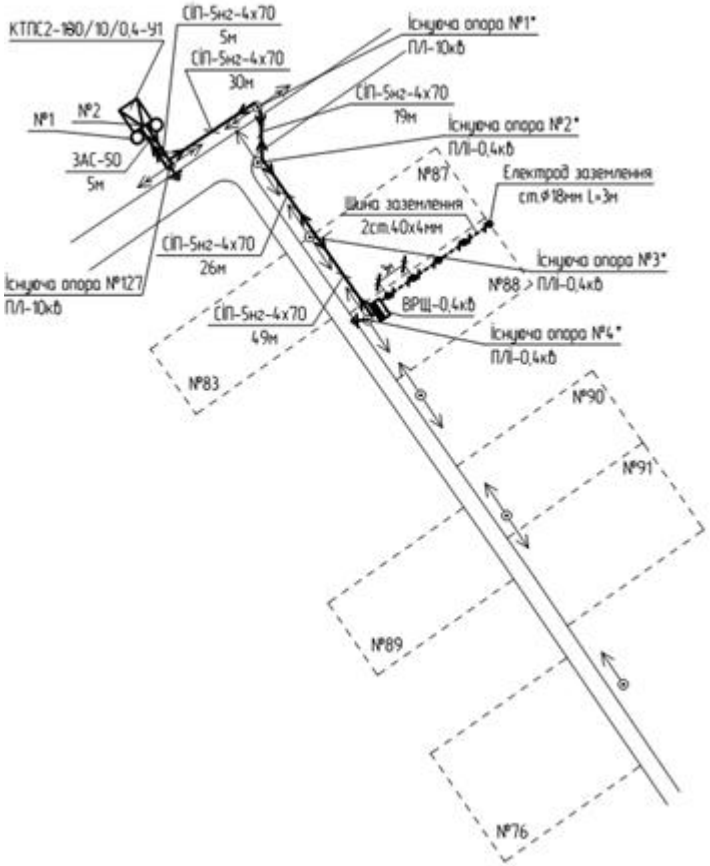
Актуальність роботи

Проблематика збереження паливно-енергетичних ресурсів та енергоефективності сьогодні – одна з найбільш актуальних тем. Основа розвитку будь-якої держави – її енергетична безпека. Ефективне використання енергії дозволить скоротити її витрати, підвищити енергетичну безпеку країни [1, 2]. Житлові установи входять у пріоритетну групу споживачів електроенергії. Відповідно, покращення ефективності використання ПЕР в установах житлово-комунального господарства, застосування заходів у сфері енергозбереження – найпріорітетніша ланка такої безпеки і, як наслідок, найважливіший ресурс прискорення економічного зростання. Людство живе, вчиться, функціонує у будинках, які вже не відповідають відповідним стандартам. Відомим фактом є те, що наша держава – одна із найбільш країн, де витрачається значна кількість паливно-енергетичних ресурсів. Застосування сучасних енергозберігаючих технологій дозволило б зменшити приблизно у два рази спалювання різних видів палива, а значить, зменшити внесок країни у глобальне потепління на планеті.

- **Мета і завдання дослідження**
- Забезпечення якнайбільшого заощадження енергії у насосній станції житлового будинку села Бохоники, що призводить до зменшення викидів в атмосферу та економії коштів від сплати за енергоносії.
- **Об’єкт дослідження**
- Об’єктом магістерської роботи є насосна станція житлового будинку села Бохоники.
- **Предмет досліджень**
- Предметом роботи є системні, конструкторські, вартісні фактори, які впливають на ефективність енерговикористання.
- **Методи дослідження**
- При дослідженні системи енерговикористання використовуються такі методи енергоаудиторського аналізу, як статистичний, експериментальний та аналітичний.
- **Наукова новизна одержаних результатів**
- Запропоновано заходи з енергозбереження в насосній установці, які відрізняються тим, що отримані в результаті використання методів енергоаудиторського аналізу, зокрема методу аналізу ієрархій і дозволяють сформулювати найбільш ефективне рішення.

СТРУКТУРА ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ ОБ’ЄКТА

Ситуаційний план з мережами електропостачання



ВІДОМІСТЬ ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ

№ п/п	Напруга, кВ	Будівельна довжина, м	Марка та перетин дроту	Кількість дроту, маса, м/кг	Тип світильника зовнішнього освітлення	Кількість	Примітка
1	10	10	ЗАС-50	5/3,05	-	-	
2	0,4	130	СІП-5нг-4х70	130/120,25	-	-	

Станція побутового водопостачання

- Одним з відомих методів вибору енергоефективного обладнання є метод аналізу ієрархій . Метод передбачає наявність експертів, які будуть порівнювати запропоновані варіанти обладнання (альтернативи) по запропонованим критеріям (вартість, виробник, наробіток до відмови тощо). Після оброблення результатів опитування експертів і проведення розрахунків відповідно до алгоритму, що передбачає метод, розраховуються значення вектору глобальних пріоритетів, які вказують на ієрар-хію рекомендацій до застосування енергоефективного обладнання.

- В роботі було проаналізовано приклад вибору трьох варіантів насосів, які забезпечують однакову продуктивність і напір. Перший - українського виробництва, другий – французького виробництва і третій – китайського виробництва (MetaboHWW 3300/25 G (600968000)).

Запропоновані альтернативи (насоси різних виробників)

Шифр критерію	Назва критерію (характеристики)	Одиниця виміру	Тип насосу		
			Український	Французький	Китайський
	Продуктивність	$м^3$/год	5,0	5,0	5,0
	Напір	м	150	150	160
1	Виробник	-	Україна	Франція	Китай
2	Гарантія	міс.	3	12	12
3	Вартість	тис. грн.	4	12,3	11,8
4	Матеріал виготовлення	-	Чавун	Нержавіюча сталь	Нержавіюча сталь
5	Потужність	кВт	4,5	3,0	3,7
6	Наробіток до відмови	тис. год	18	25	25

Розроблено програму для реалізації даного методу (за допомогою електронних таблиць Excel)

Пари критеріїв	Номера експерта								Сер.арифм. значення
	1	2	3	4	5	6	7	8	
К1-К2	1,0	1,0	1,0	0,5	1,0	0,3	0,5	1,0	0,79
К1-К3	0,5	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,32
К1-К4	0,5	1,0	1,0	0,5	1,0	2,0	0,5	0,5	0,88
К1-К5	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,22
К1-К6	0,5	0,5	1,0	0,5	1,0	0,5	0,5	1,0	0,69
К2-К3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,19
К2-К4	1,0	0,5	1,0	1,0	0,5	0,3	0,5	0,5	0,67
К2-К5	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,26
К2-К6	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,5	0,5	0,46
К3-К4	6,0	5,0	5,0	4,0	4,0	5,0	4,0	6,0	4,88
К3-К5	2,0	0,5	0,5	0,3	0,5	0,5	0,5	1,0	0,73
К3-К6	3,0	2,0	2,0	2,0	4,0	2,0	3,0	2,0	2,50
К4-К5	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,23
К4-К6	0,3	0,5	0,5	0,5	1,0	0,5	0,5	0,5	0,54
К5-К6	4,0	3,0	5,0	5,0	4,0	5,0	5,0	4,0	4,38

Оцінки експертів

1		2		3		4		5		6		7		8	
1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	3	1	2	1	1
1	2	1	3	1	3	1	4	1	5	1	3	1	3	1	4
1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	2
1	6	1	5	1	4	1	4	1	6	1	4	1	5	1	4
1	2	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1	1
1	4	1	5	1	5	1	5	1	6	1	5	1	8	1	5
1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	3	1	2	1	2
1	3	1	5	1	4	1	5	1	4	1	3	1	4	1	4
1	3	1	2	1	2	1	2	1	2	1	3	1	2	1	2
6	1	5	1	5	1	4	1	4	1	5	1	4	1	6	1
2	1	1	2	1	2	1	3	1	2	1	2	1	2	1	1
3	1	2	1	2	1	2	1	4	1	2	1	3	1	2	1
1	3	1	5	1	5	1	5	1	4	1	5	1	4	1	5
1	3	1	2	1	2	1	2	1	1	1	2	1	2	1	2
4	1	3	1	5	1	5	1	4	1	5	1	5	1	4	1

Оброблення результатів опитування експертів

Після опитування експертів і використання шкали відносної важливості, сформовано матриці пар-них порівнянь в яких порівнюються критерії та альтернативи по кожному з критеріїв за шкалою від 1 до 9 і здійснено розрахунок відповідно до алгоритму методу.

Матриця парних порівнянь для обраних критеріїв

		Критерій						Середнє геометричне, b_i	Вектор пріоритетів, X_i
		К1	К2	К3	К4	К5	К6		
Критерій	К1	1	0,7916667	0,316667	0,875	0,216667	0,6875	0,565418	0,07383955
	К2	1,2631579	1	0,192708	0,666667	0,258333	0,458333	0,517533	0,06758613
	К3	3,1578947	5,1891892	1	4,875	0,729167	2,5	2,293717	0,29954304
	К4	1,1428571	1,5	0,205128	1	0,229167	0,541667	0,593379	0,07749104
	К5	4,6153846	3,8709677	1,371429	4,363636	1	4,375	2,78615	0,36385136
	К6	1,4545455	2,1818182	0,4	1,846154	0,228571	1	0,901189	0,11768887
Сума по стовпцях		12,63384	14,533642	3,485932	13,62646	2,661905	9,5625	7,657386	1

$$b_i = \sqrt[n]{a_1 \cdot a_2 \cdot \ldots \cdot a_n}$$

де n – кількість критеріїв;

a – значення оцінок парних порівнянь критеріїв

$$X_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^{n} b_i}$$

Опитування експертів стосовно порівняння альтернатив по вибраному критерію (наприклад по критерію К1- «виробник»)

Пари критеріїв	Номера експерта								Сер.арифм. значення
	1	2	3	4	5	6	7	8	
А1-А2	0,33333333	0,25	0,25	0,333333	0,5	0,5	0,5	0,5	0,39583333
А1-А3	0,33333333	0,3333333	0,3333333	0,333333	0,333333	0,333333	0,333333	0,333333	0,33333333
А2-А3	1	2	0,5	0,5	0,5	2	2	0,5	1,125

Побудова матриці парних порівнянь за вибраним критерієм для обраних альтернатив (А1, А2 та А3)

А1 – насос українського виробництва

А2 – насос французького виробництва

А3 – насос китайського виробництва

		Критерій			Середнє геометричне, b_i	Вектор пріоритетів, X_i
		А1	А2	А3		
Критерій	А1	1	0,3958333	0,333333	0,509093	0,153697
	А2	2,5263158	1	1,125	1,41649	0,427645
	А3	3	0,8888889	1	1,386723	0,418658
Сума по стовпцях		6,5263158	2,2847222	2,458333	3,312305	1

Побудова матриці векторів глобальних пріоритетів порівнюваних альтернатив

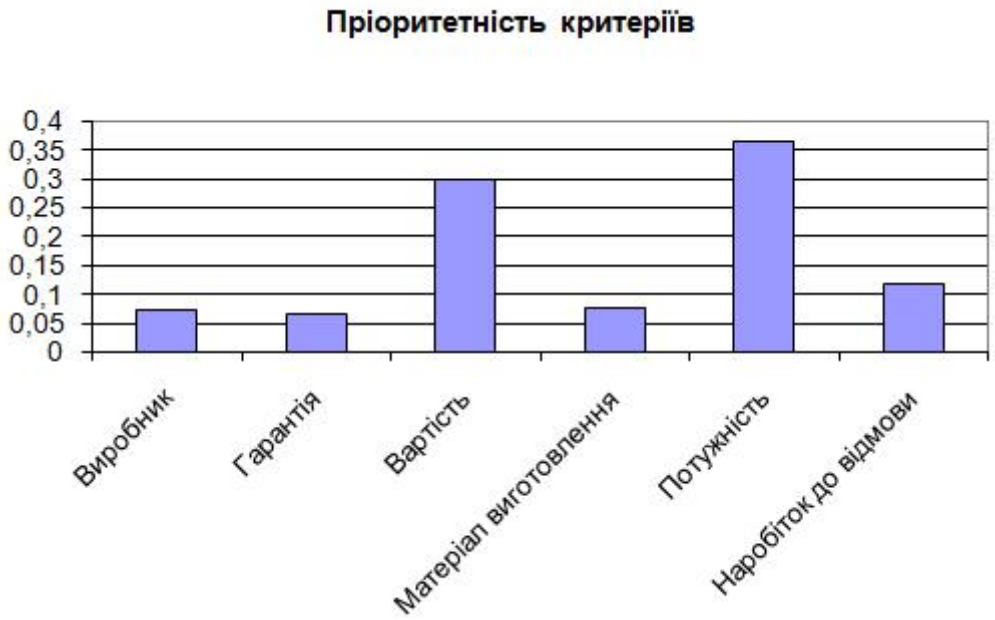
		Критерій						Глобальний пріоритет
		К1	К2	К3	К4	К5	К6	
		Виробник	Гарантія	Вартість	Матеріал виготовлення	Потужність	Наробіток до відмови	
Xi		0,0738396	0,0675861	0,299543	0,077491	0,363851	0,117689	
Альтернативи	A1	0,1536975	0,1111111	0,599762	0,153697	0,262915	0,261494	0,33686
	A2	0,4276447	0,4444444	0,191217	0,427645	0,404756	0,361311	0,341825
	A3	0,4186579	0,4444444	0,20902	0,418658	0,332329	0,377196	0,321315

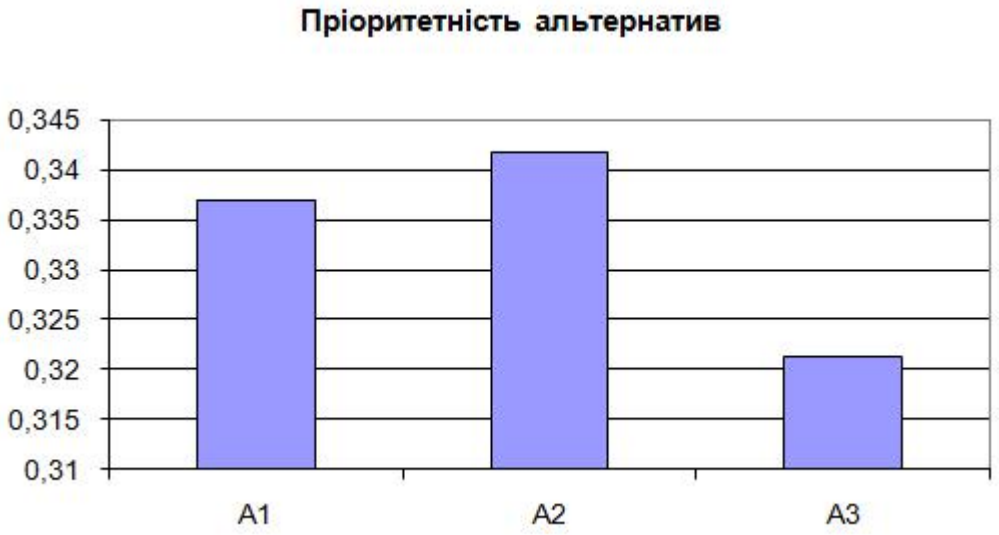
- Визначення найкращої альтернативи і побудова діаграм пріоритетності критеріїв і альтернатив

Найкраща альтернатива	Глоб. Пр.
A2	0,341825

Найкращий насос французького виробництва

Пріоритетність альтернатив та критеріїв





Результати кошторисного розрахунку на будівництво підстанції

Локальний кошторис на будівельні роботи № 2-1-1
на ТП
ТП на 160 кВА

Основа:
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість	319,72452	тис. грн.
Кошторисна трудомісткість	1,35871	тис.люд.-год.
Кошторисна заробітна плата	31,70757	тис. грн.
Середній розряд робіт	3,2	розряд

Складений в поточних цінах станом на 2018 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
					заробітної плати	в тому числі заробітної плати			в тому числі заробітної плати	тих, що обслуговують машини	
										на одиницю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	М8-25-1	Підстанція комплектна напругою до 10 кВ з трансформатором потужністю до 400 кВ.А	підст.	1	5612,10 959,04	2884,37 496,43	5612,1	959,04	2884,37 496,43	43,2 17,9092	43,2 17,91
2	1505-10002-3 варіант 2	Підстанція трансформаторна комплектна типу КТП 160 кВА	шт	1	35000,00 -	- -	35000	-	- -	- -	- -
3	М8-62-1	Монтаж трансформатора силового, автотрансформатора або масляного реактора, маса до 1 т	шт	1	3342,48 674,88	1362,17 245,53	3342,48	674,88	1362,17 245,53	30,4 9,0409	30,4 9,04
4	1505-3099 варіант 1	Трансформатор	шт	1	47961,00 -	- -	47961	-	- -	- -	- -
5	М8-67-7	Установка [шафа] комплектна конденсаторна на установлених конструкціях, маса до 100 кг	шафа	1	266,11 71,04	90,34 16,88	266,11	71,04	90,34 16,88	3,2 0,6652	3,2 0,67

Висновки

1. В магістерській кваліфікаційній роботі здійснені дослідження заходів з підвищення енергоефективності об’єкта з насосною станцією.
2. Розрахунки показали, що живлення об’єкта здійснюється через трансформатор, потужністю 160 кВА.
3. Описано методи визначення ефективності енергозберігаючих заходів: розрахунок економічної ефективності, застосування показника терміну окупності, методу аналізу ієрархій. Дослідження запропоновано здійснювати з використанням методу аналізу ієрархій.
4. Аналіз показує, що, дійсно, експертні оцінки вказують на більш вигідний варіант – насос французького виробництва. За ним йде насос українського виробництва і останній – насос китайського виробництва. На вибір насоса найбільший вплив здійснюють два критерії: потужність та вартість. Немало впливає і критерій порівняння – наробіток до відмови.
5. Для остаточного вибору насоса необхідно здійснити порівняння варіантів за методом приведених затрат, оскільки значний вплив на ефективність використання насосів здійснює і вартість електроенергії а також річний час роботи.