

Міністерство освіти і науки України  
Криворізький національний університет  
Електротехнічний факультет  
Кафедра електричної інженерії

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

магістра

(рівень вищої освіти)

зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

На тему: «Дослідження ефективності методів прогнозування для підвищення точності та достовірності оцінки стану процесу енергоспоживання та безпеки використання електричної енергії в умовах залізорудних шахт»

*КНУ.МР.141.24.779-04*

Виконав студент II курсу, групи СЕП-23м /Богдан ДРОБОТ/

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

«Системи електропостачання промислових підприємств,

міст та локальних об'єктів»

(шифр і назва спеціальності, освітньо-професійної програми)

Керівник:

к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ /Ігор СІНЧУК/

Нормоконтролер:

к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ /Ігор СІНЧУК/

Гарант ОПП:

к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ /Олексій МИХАЙЛЕНКО/

Кривий Ріг  
2024 р.

Криворізький національний університет  
Факультет: електротехнічний  
Освітній рівень: магістр  
Спеціальність: 141 - Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

## **ЗАВДАННЯ**

### **НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ**

ДРОБОТ Богдан Олександрович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи: Дослідження ефективності методів прогнозування для підвищення точності та достовірності оцінки стану процесу енергоспоживання та безпеки використання електричної енергії в умовах залізрудних шахт

1. Термін подання студентом роботи: 09 грудня 2024 р.
2. Мета та завдання кваліфікаційної роботи: Метою є дослідження ефективності методів прогнозування для підвищення точності та достовірності оцінки стану процесу енергоспоживання та безпеки використання електричної енергії в умовах залізрудних шахт
3. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно розробити) I. Аналіз умов прогнозування стану процесу енергоспоживання та безпеки використання електричної енергії в умовах залізрудних шахт; II. Дослідження ефективності методів прогнозування для підвищення точності та достовірності оцінки стану процесу енергоспоживання електричної енергії в умовах залізрудних шахт; III. Моделювання ефективності методів прогнозування для підвищення точності та достовірності оцінки стану процесу енергоспоживання використання електричної енергії в умовах залізрудних шахт.
4. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) I. Показники видобутку руди; II. Нещасні випадки на підприємствах; III. Напрямки дослідження електроспоживання; IV. Алгоритм визначення короткострокової моделі електроспоживання; V. Гістограми загального розподілу параметрів та тимчасові функції витрат електроенергії.

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Ім'я, прізвище консультанта	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
I	Ігор СІНЧУК		
II	Ігор СІНЧУК		
III	Ігор СІНЧУК		

6. Календарний план

№	Етапи роботи	Термін
1	Вихідні положення	10.09.24
2	Системи електропостачання залізорудних шахт	12.09.24
3	Структура системи електропостачання	17.09.24
4	Основи методів прогнозування	19.10.24
5	Методика дослідження ефективності	24.10.24
6	Енергетичні характеристики	28.11.24
7	Розподіл зміни енергоспоживання	04.12.24
8	Електроенергетичний баланс	07.12.24

Дата видання завдання 02.09.2024 р.

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_  
(підпис)

**Богдан ДРОБОТ**  
(Ім'я, прізвище)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

**Ігор СІНЧУК**  
(Ім'я, прізвище)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до випускової атестаційної роботи магістра на тему: «Дослідження ефективності методів прогнозування для підвищення точності та достовірності оцінки стану процесу енергоспоживання та безпеки використання електричної енергії в умовах залізрудних шахт»

47 с., 21 рис., 7 літературних джерел

Об'єкт розробки – режими електроспоживання енергоємних споживачів залізрудних шахт.

Мета роботи – дослідження ефективності методів прогнозування для підвищення точності та достовірності оцінки стану процесу енергоспоживання та безпеки використання електричної енергії в умовах залізрудних шахт.

У роботі вирішено завдання розробки основних теоретичних положень зі створення енергоефективних систем електропостачання залізрудних шахт та визначення складу економічно обґрунтованих заходів з енергозбереження для СЕС.

Розроблено математичну модель досліджуваної системи, а також способи її оптимізації з урахуванням топологічних особливостей підприємства та технічних умов експлуатації.

ЕЛЕКТРОПОСТЧАННЯ, ЕНЕГОЗБЕРЕЖЕННЯ, СПОЖИВАЧ,  
ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

## Зміст

Вступ.....	7
Розділ 1. Аналіз умов прогнозування стану процесу енергоспоживання та безпеки використання електричної енергії в умовах залізорудних шахт .....	11
1.1. Вихідні положення для методів прогнозування енергоспоживання ....	11
1.2. Системи електропостачання та методи прогнозування безпеки використання електричної енергії в умовах залізорудних шахт.....	19
1.3. Структура системи електропостачання залізорудної шахти.....	23
Розділ 2. Дослідження ефективності методів прогнозування для підвищення точності та достовірності оцінки стану процесу енергоспоживання електричної енергії в умовах залізорудних шахт .....	25
2.1. Основи методів прогнозування оцінки стану процесу енергоспоживання та безпеки використання електричної енергії в умовах залізорудних шахт.....	25
2.2. Методика дослідження ефективності методів прогнозування для підвищення точності та достовірності оцінки стану процесу енергоспоживання електричної енергії в умовах залізорудних шахт .....	27
Розділ 3. Моделювання ефективності методів прогнозування для підвищення точності та достовірності оцінки стану процесу енергоспоживання використання електричної енергії в умовах залізорудних шахт.....	33
3.1. Енергетичні характеристики використання електричної енергії в умовах залізорудних шахт.....	33
3.2. Розподіл зміни енергоспоживання при змінному навантаженні споживачів електричної енергії в умовах залізорудних шахт.....	40
3.3. Електроенергетичний баланс розподілу енергоспоживання енергоємних споживачів електричної енергії в умовах залізорудних шахт.....	43

	6
Висновки .....	45
Список використаних джерел .....	46

## Вступ

Системи електропостачання що живлять споживачів великої встановленої потужності мають відрізнятись зразковою ефективністю використання та розподілу електричної енергії.

Споживачі великої встановленої потужності, зазвичай відносяться до першої категорії електроприймачів.

Тому окрім ефективності електричного та енергетичного розподілу мають забезпечувати високу надійність систем електропостачання, що генерують електричну енергію від джерела електричної енергії до кінцевого споживача.

Можна бачити на прикладі багатьох подібних структур, що підприємства що споживають великі енергетичні потужності мають суттєвий вплив на економічний стан відповідної галузі промисловості, регіональне значення та й для усєї країни.

Слід зазначити, що при зміні економічної складової це впливатиме на рівень енергоспоживання по підприємству у цілому.

Оскільки встановлена потужність електричного обладнання є суттєвою складовою енергетичної системи, це буде впливати на баланс енергоспоживання та генерації, що призводить до суттєвого небалансу у енергетиці.

Можна зазначити, що такі прояви можуть бути суттєвими чинниками щодо визначення рівню ефективності та впливати на динаміку розподілу електричної енергії.

Такі процеси можуть нести складний невизначений характер, що ускладнює й без того важке завдання щодо дотримання балансу

електричної потужності електричних мереж передачі та розподілу електричної енергії.

При суттєвій зміні у динаміці електроспоживання мають спрацювати дієві алгоритми перерозподілу між споживачами електричної потужності та джерелами генерації електричної енергії у системі енергоспоживання.

Для ефективного розподілу електричної енергії необхідною складовою є можливість фіксації показників електроспоживання за весь період.

Показники електроспоживання утворюють початкову базу щодо прогнозування та визначення показників ефективності функціонування енергетичної системи.

Базисна складова має зберігатись та відображати усю складність процесу розподілу енергетичних потоків щодо відтворення процесу балансування між джерелами генерації та споживачами електричної енергії у кінцевих пунктах.

Суттєвий базис створює умови щодо використання прогностичних моделей.

Першочерговим завданням є виявлення характеру розподілу електричної енергії.

При можливості створення ряду прогностичних послідовностей записуються залежності за виходом початкових функцій відтворення енергетичної складової.

Такий розподіл дозволяє визначити характер вірогіднісного стану та записати його у вигляді аналітичних співвідношень.



При наявності визначених швидкоплинних процесів мають бути забезпечені умови їх відтворення.

Обирається простір моделі та створюються аналітичні залежності що утворюють послідовності визначених функцій що належать до запланованих прогнозів.

Процес моделювання забезпечує можливість відтворення прогностичного розподілу у вигляді елементарних функцій зазначеної послідовності.

Представлені розрахунки на практиці зручно показувати за допомогою графічної ілюстрації.

З наведених графіків можна судити про характерні риси розподілу складових енергобалансу за попередні періоди енергоспоживання та робити висновки щодо енергоспоживання у майбутні періоди.

Нажаль, процеси енергоспоживання між потужними енергоспоживачами можуть мати швидкоплинний характер, тому при визначенні таких процесів, має бути забезпечення розрахункових алгоритмів спеціальними математичними виразами теорії невизначених процесів та змінних.

Невизначеність процесу у енергетичних структурах носить специфічний характер.

Бажаним проявом, при дослідженнях, є можливість встановлення заданої достовірності, що забезпечує функціонування миттєвих функцій визначників.

Такий підхід дозволяє встановити у достатньому інтервалі часу можливість миттєвої зміни параметрів та характеристик енергетичної системи.

На практиці такі складні моделі щодо визначення функціонального розподілу швидкоплинних залежностей при наявності невизначеності слід виконувати за допомогою обчислювальних алгоритмів просторових методів теорії ймовірностей.

Результати моделювання можна використовувати у складних електроенергетичних системах для поліпшення ефективності їх функціонування.

# **Розділ 1. Аналіз умов прогнозування стану процесу енергоспоживання та безпеки використання електричної енергії в умовах залізорудних шахт**

## **1.1. Вихідні положення для методів прогнозування енергоспоживання**

Залізорудні підприємства є великими споживачами електричної енергії.

Це обумовлено необхідністю виконувати видобуток корисних копалин які у природному середовищі знаходяться на великій глибині.

Тому для забезпечення процесу розробкою родовищ корисних копалин а також необхідність їх підйому з глибини на поверхню технологічні процеси виробничих ліній потребують суттєвих витрат енергії.

Для ефективного використання великого об'єму енергії слід дотримуватись її раціонального розподілу відповідно до технологічних потреб.

Раціональне використання енергетичних ресурсів має забезпечуватись стратегією управління енергетичними потоками.

Для залізорудних підприємств, як енергоємних виробництв, поняття раціонального регулювання та розподілу енергоносіїв є основним чинником щодо визначення їх ефективності.

Серед енергоносіїв першу сходинку займає споживання електричної енергії.

Оскільки залізорудні підприємства є великими споживачами електричної енергії, то це створює суттєвий вплив на формування енергетичного балансу системи електропостачання.

Енергетична система резервує для умов відповідальних споживачів свою потужність.

Таким чином створюється об'єкт генерації електричної енергії для потреб відповідального електроспоживача.

Залізорудне підприємство як відповідальний споживач має врегульовувати можливість створення належних умов щодо якості енергоспоживання.

При цьому важливо зберігати баланс між споживанням та генерацією електричної енергії протягом усього періоду функціонування такої взаємодії.

Процес відповідального енергоспоживання є складним завданням щодо функціонування залізорудного підприємства який налічує багато впливових факторів та чинників що на нього мають прояв.

Тому при розгляді питання енергетичної ефективності об'єктів залізорудного господарювання слід застосовувати комплексний підхід щодо його вирішення.

Формування стратегії ефективного енергоспоживання має враховувати як аналіз показників якості енергоспоживання так й можливість заходів щодо їх поліпшення та впливу на них протягом роботи.

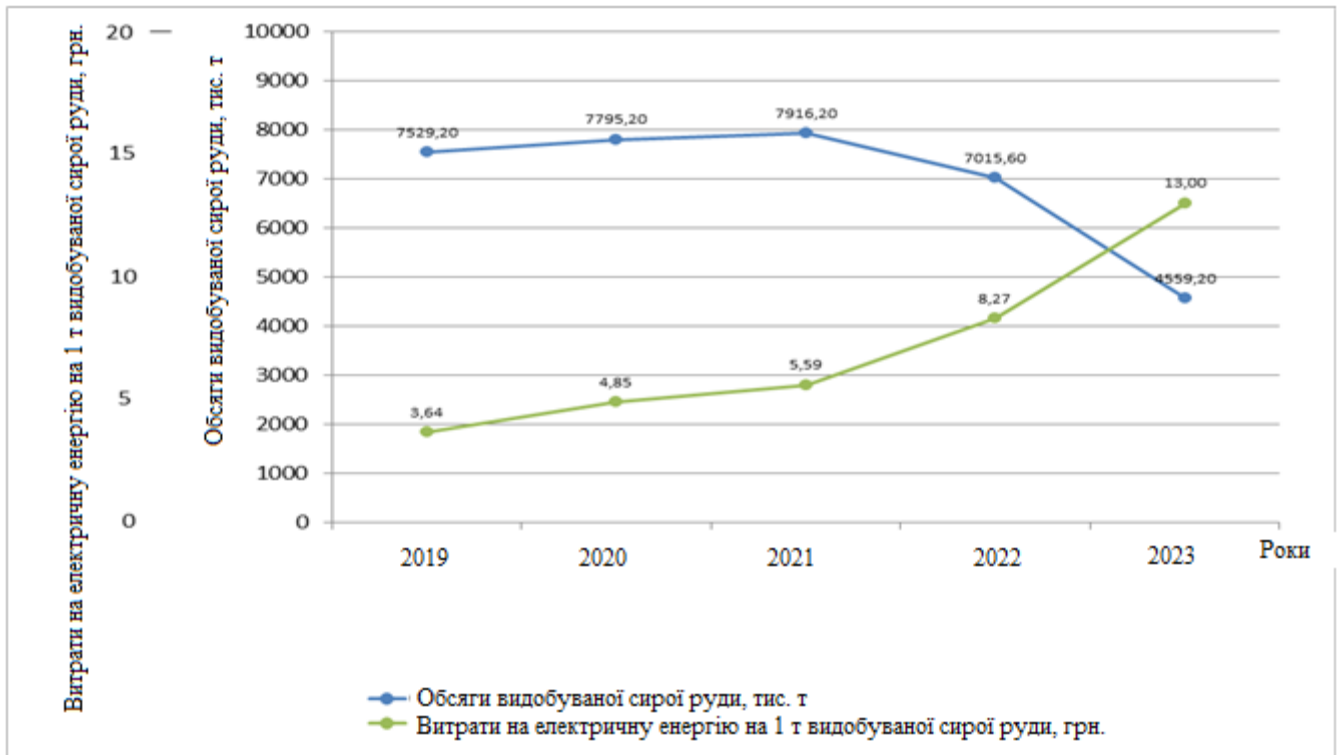


Рис.1.1 – Показники видобутку відповідно до витрати електричної енергії на залізорудних підприємствах Криворізького залізорудного басейну

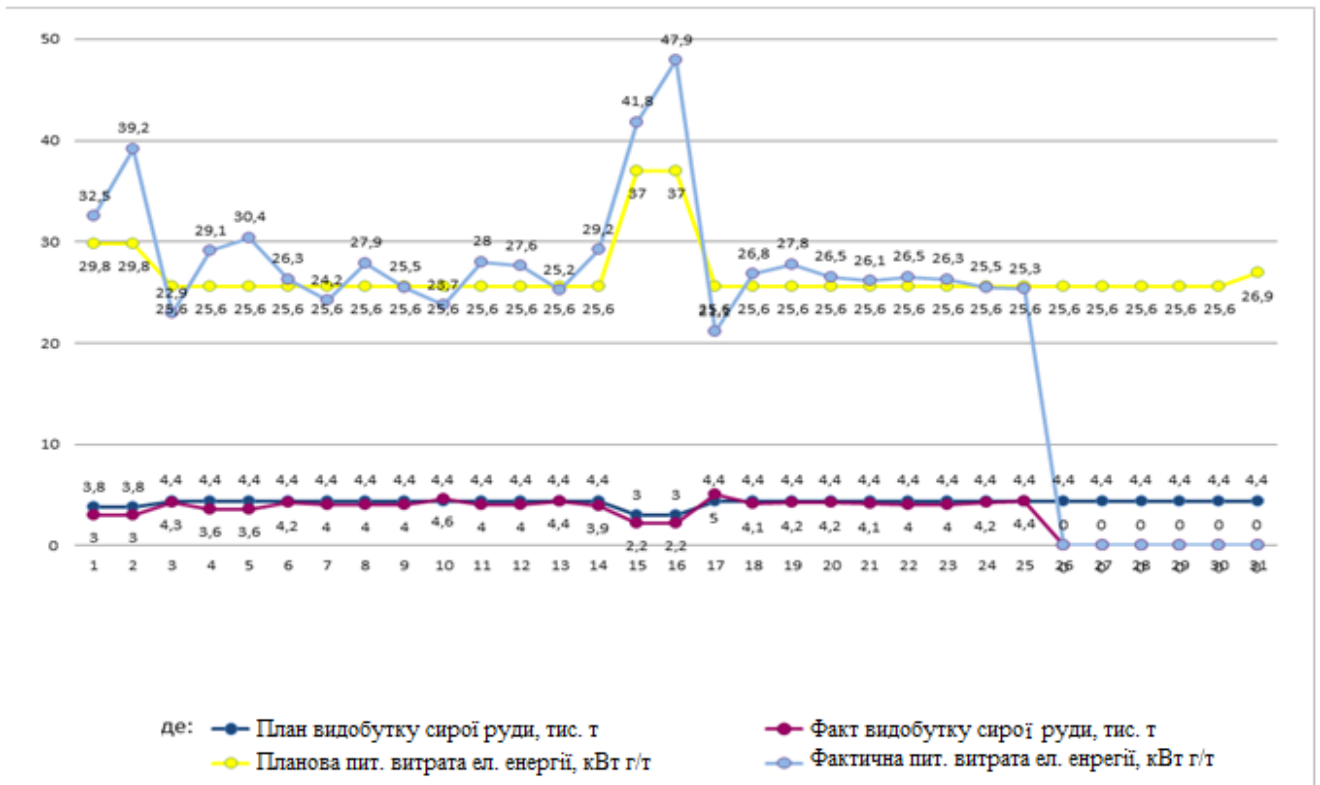


Рис. 1.2 – Показники видобутку відповідно до витрати електричної енергії на залізорудних підприємствах Криворізького залізорудного басейну за добу роботи

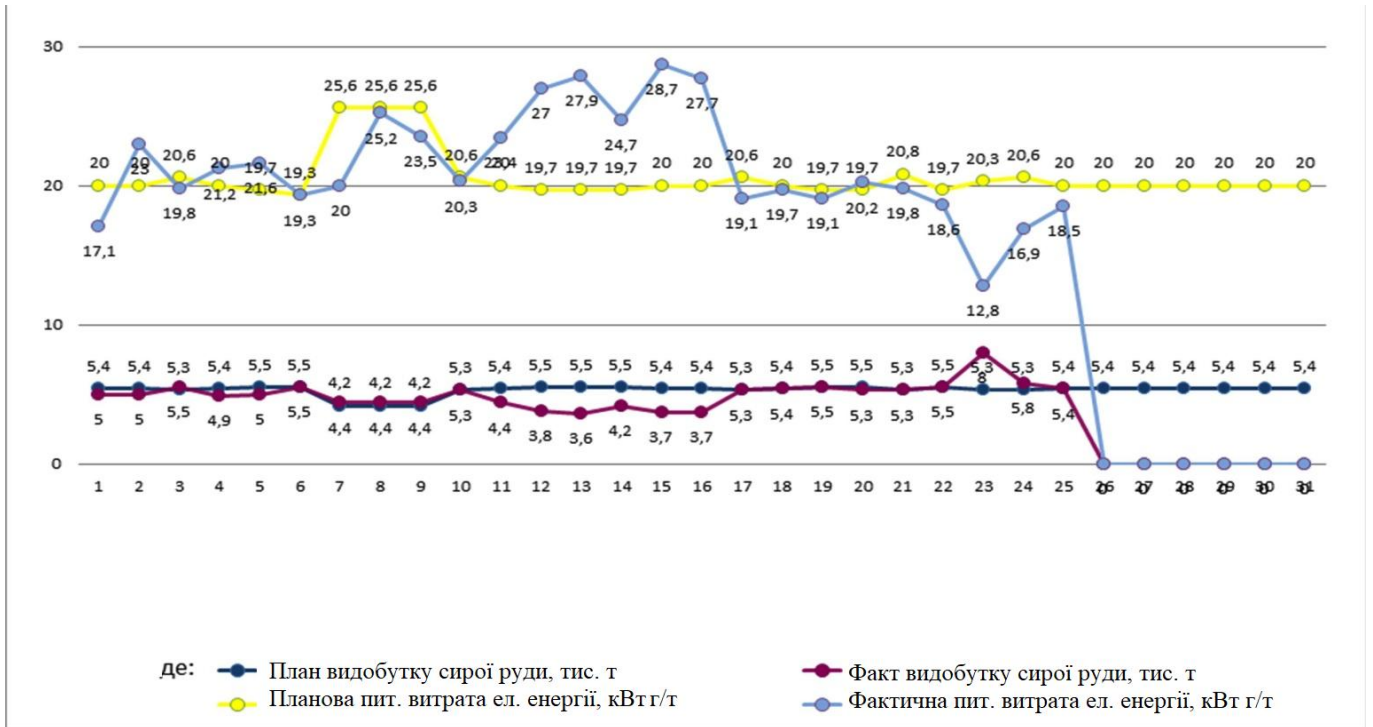


Рис. 1.3 – Показники видобутку відповідно до витрати електричної енергії на залізорудних підприємствах Криворізького залізорудного басейну за добу роботи відповідно до планових

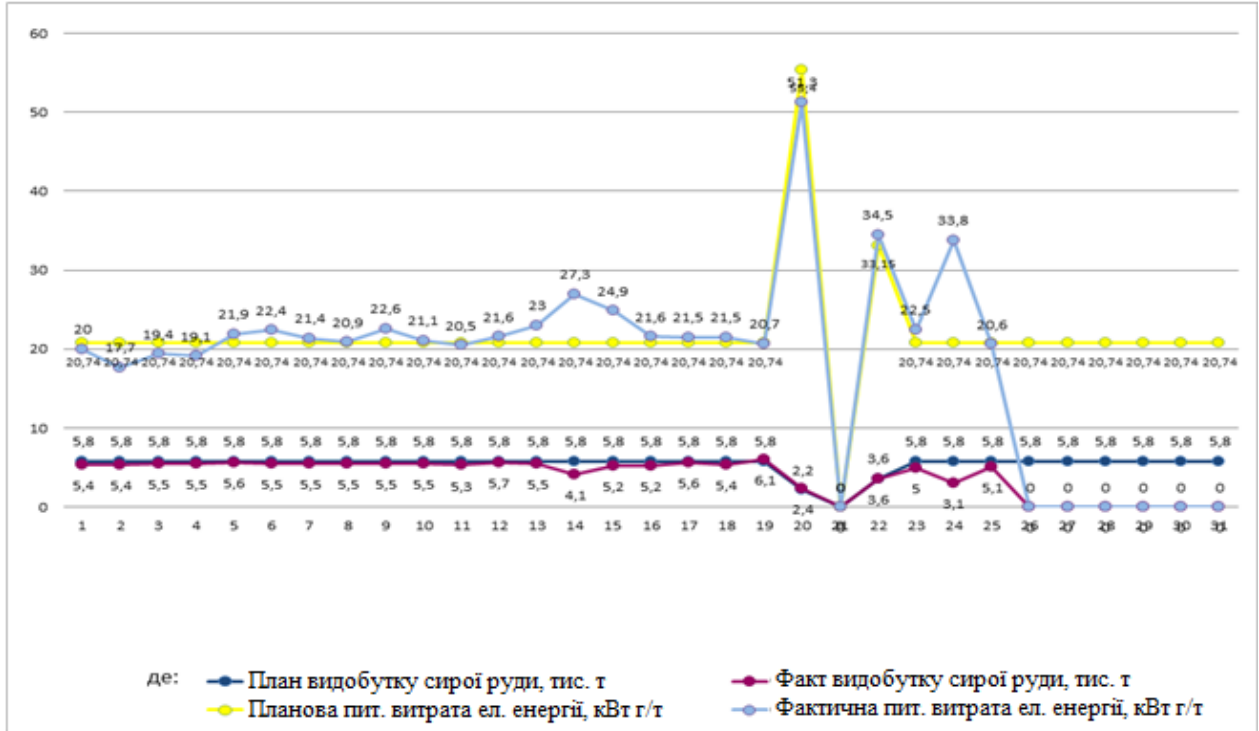


Рис. 1.4 – Показники видобутку відповідно до витрати електричної енергії на залізорудних підприємствах Криворізького залізорудного басейну за добу роботи відповідно до фактичних



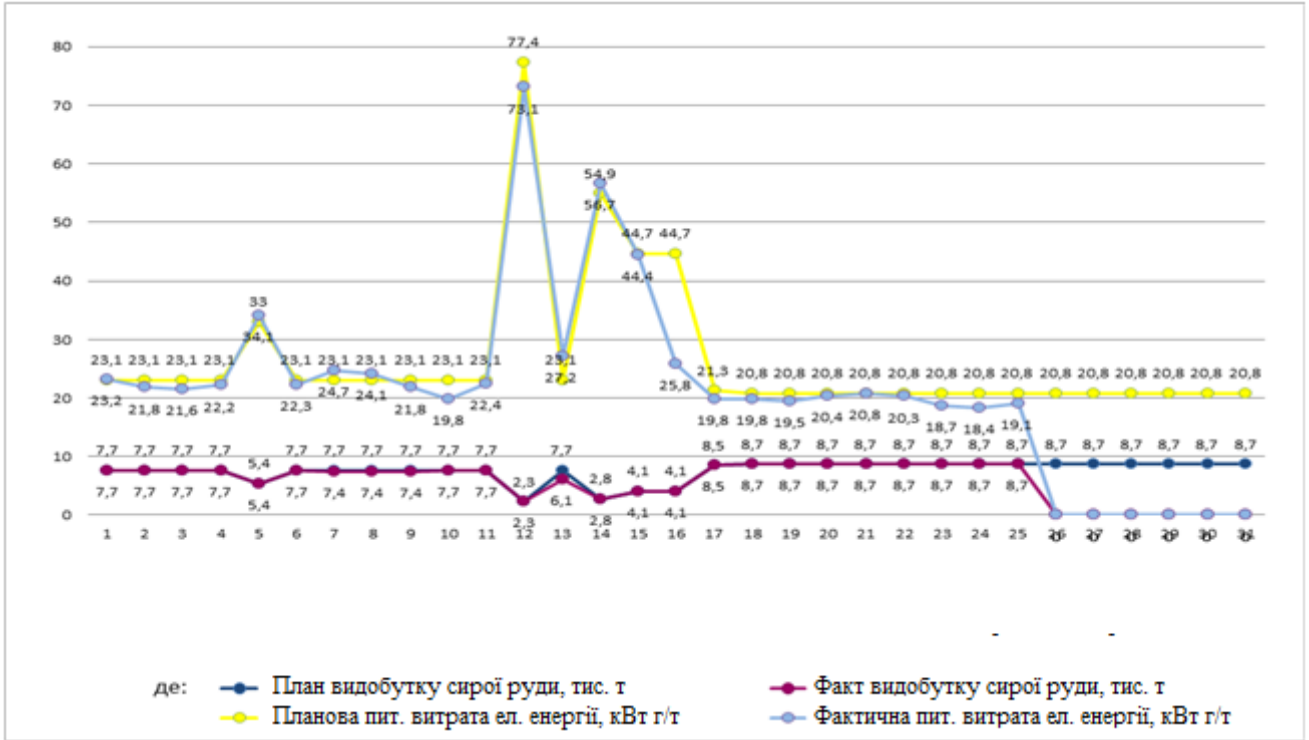


Рис. 1.5 – Показники видобутку відповідно до витрати електричної енергії на залізорудних підприємствах Криворізького залізорудного басейну за добу роботи відповідно до напівпікових навантажень

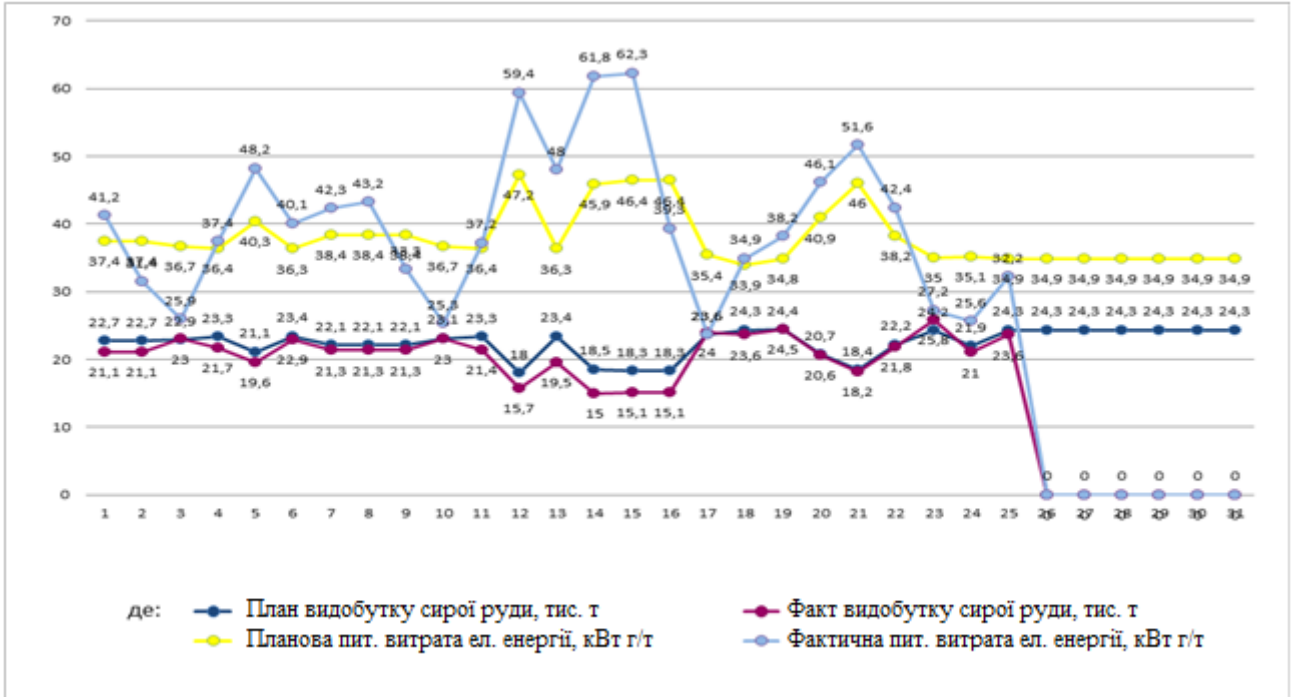


Рис. 1.6 – Показники видобутку відповідно до витрати електричної енергії на залізорудних підприємствах Криворізького залізорудного басейну за добу роботи відповідно до півпикових навантажень

## **1.2. Системи електропостачання та методи прогнозування безпеки використання електричної енергії в умовах залізрудних шахт**

Електропостачання сучасних залізрудних підприємств забезпечується можливостями генерації енергетичної системи.

При цьому у структурі енергетичної системи електричне обладнання залізрудного підприємства відноситься до потужного відповідального електроприймача.

Живлення таких електроспоживачів як залізрудне підприємство здійснюється надвисокою напругою живлення.

До структури такої енергетичної системи входять силові трансформатори та з'єднувальні прилади щодо можливості підключення енергетичних об'єктів.

Нажаль подібні структури відрізняються наявністю підвищеного рівня втрат електричної потужності.

Цей стан погіршується зі збільшенням заглиблення робочих вибірок та віддаленням ліній електропередач навантаження споживача від місць генерації або розподілу електричної енергії.

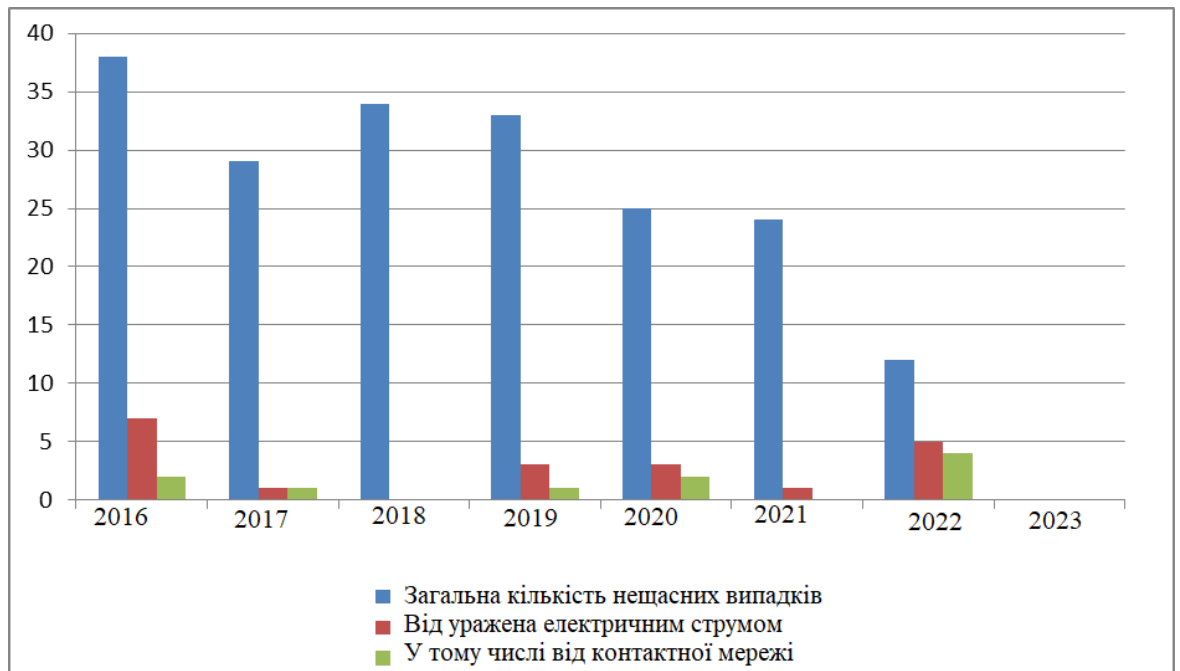
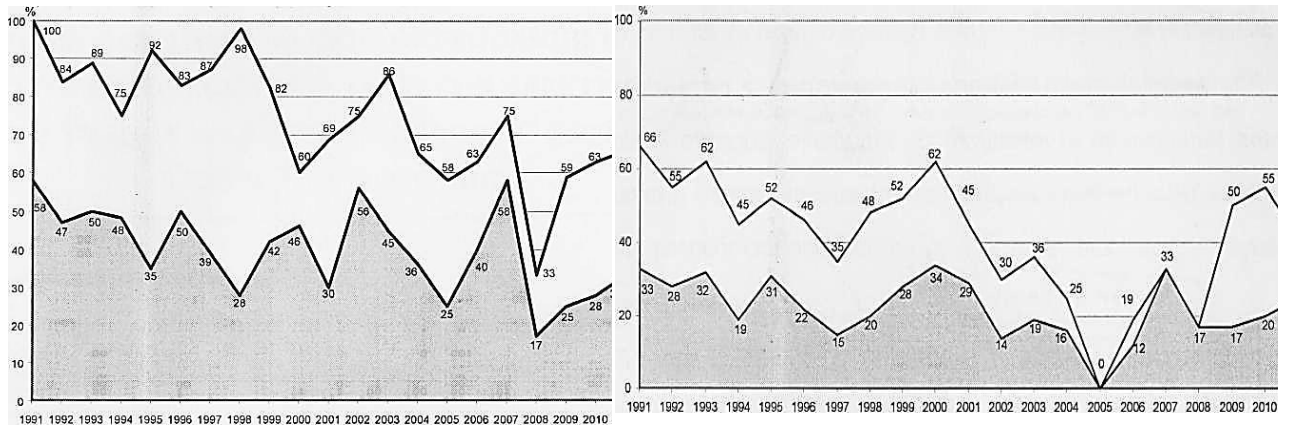


Рис. 1.7 – Кількість нещасних випадків зі смертельними наслідками при ураженні електричним струмом на підприємствах Криворізького залізорудного басейну



а)

б)

Рис. 1.8 – Різновид електричних травм на підприємствах Криворізького залізорудного басейну при використанні електровозного транспорту:



а) - загальна кількість електричних травм на підприємствах Криворізького залізорудного басейну при використанні електровозного транспорту;



- електричні травми на підприємствах Криворізького залізорудного басейну при використанні електровозного транспорту від дотику з контактним дротом;



б) - загальна кількість електричних травм зі смертельним наслідком на підприємствах Криворізького залізорудного басейну при використанні електровозного транспорту;



- електричні травми зі смертельним наслідком на підприємствах Криворізького залізорудного басейну при використанні електровозного транспорту від дотику з контактним дротом;

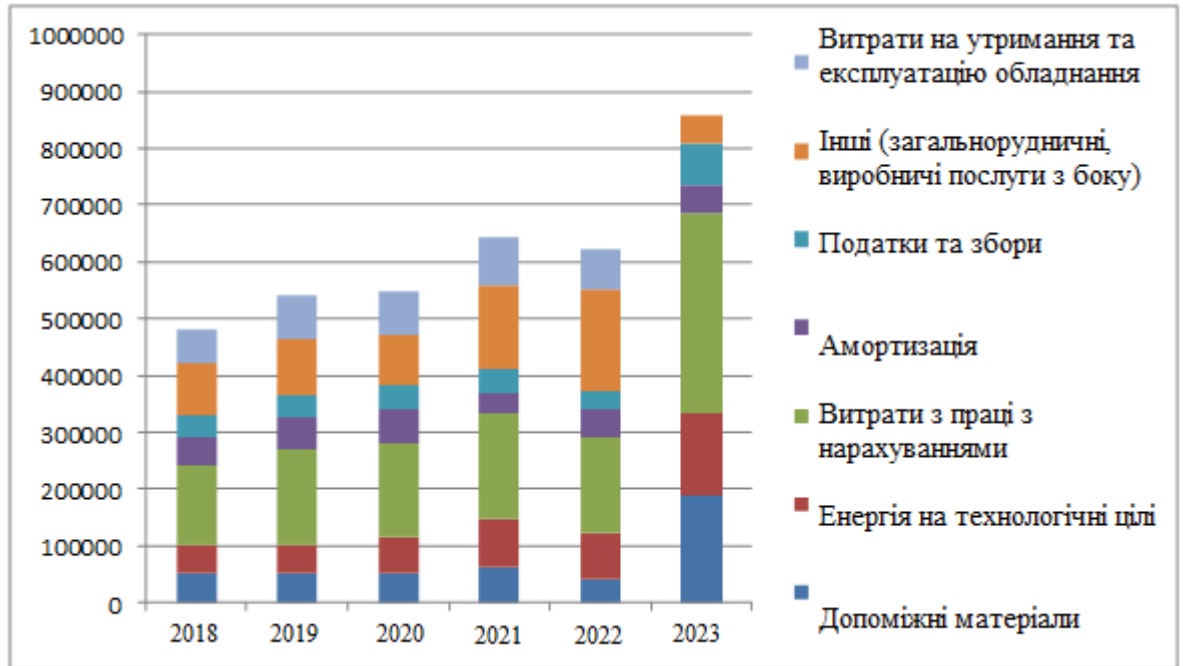


Рис. 1.9 – Собівартість сировини на підприємствах Криворізького залізорудного басейну

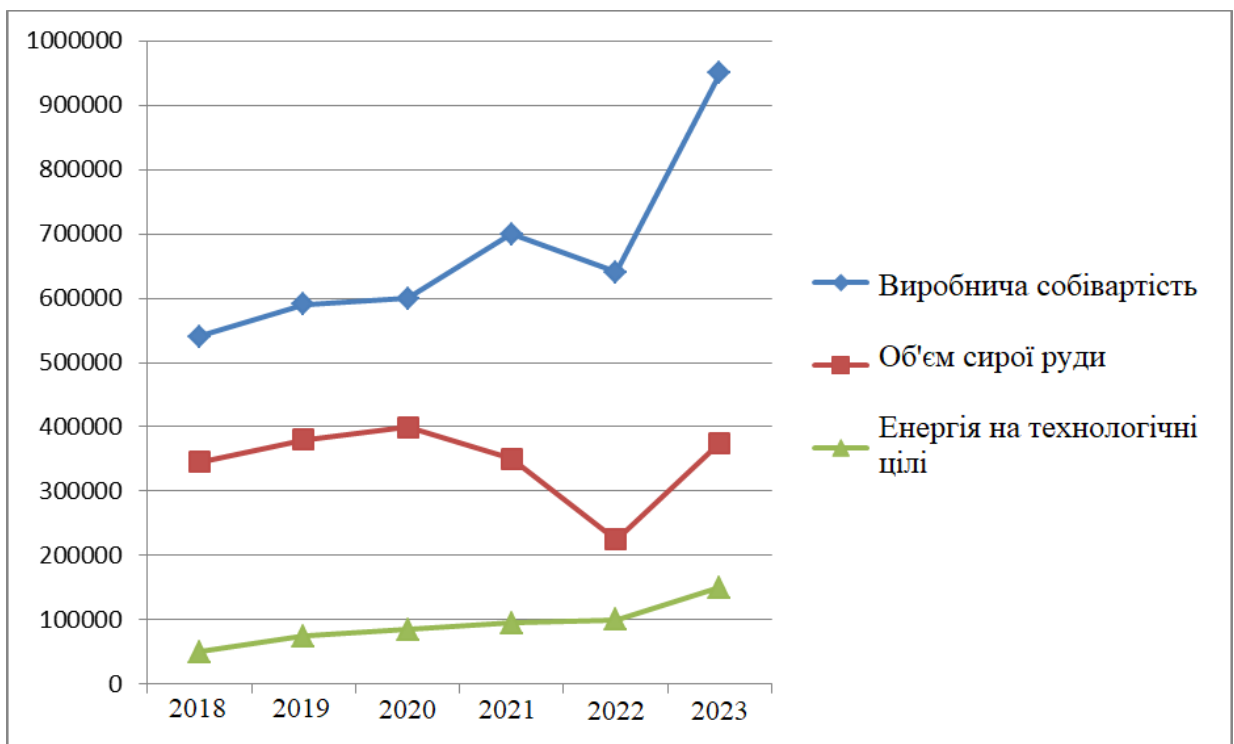


Рис. 1.10 – Узагальнені графіки змін у собівартості сировини, електричної енергії на підприємствах Криворізького залізорудного басейну

### **1.3. Структура системи електропостачання залізорудної шахти**

За умови видобутку залізорудних корисних копалин у структурі залізорудного підприємства прийнято робити поділ енергетичної системи на об'єкти споживання та генерації електричної енергії.

Такий розподіл є умовним, адже ті самі енергетичні об'єкти можуть бути як джерелами так й споживачами електричної енергії у залежності від режиму їх роботи.

Також при роботі залізорудного підприємства його обладнання поділяється за параметрами енергоспоживання.

Для кожного типу параметрів енергоспоживання має бути застосовано відповідне енергетичне джерело.

Відповідно до технологічного процесу можна розділити обладнання що знаходиться на різних ділянках технологічних ліній.

Для залізорудного підприємства поділяють його структуру на рівні заглиблення, що також відображається на приналежності обладнання й систем забезпечення його живленням.

### Підстанції енергосистеми

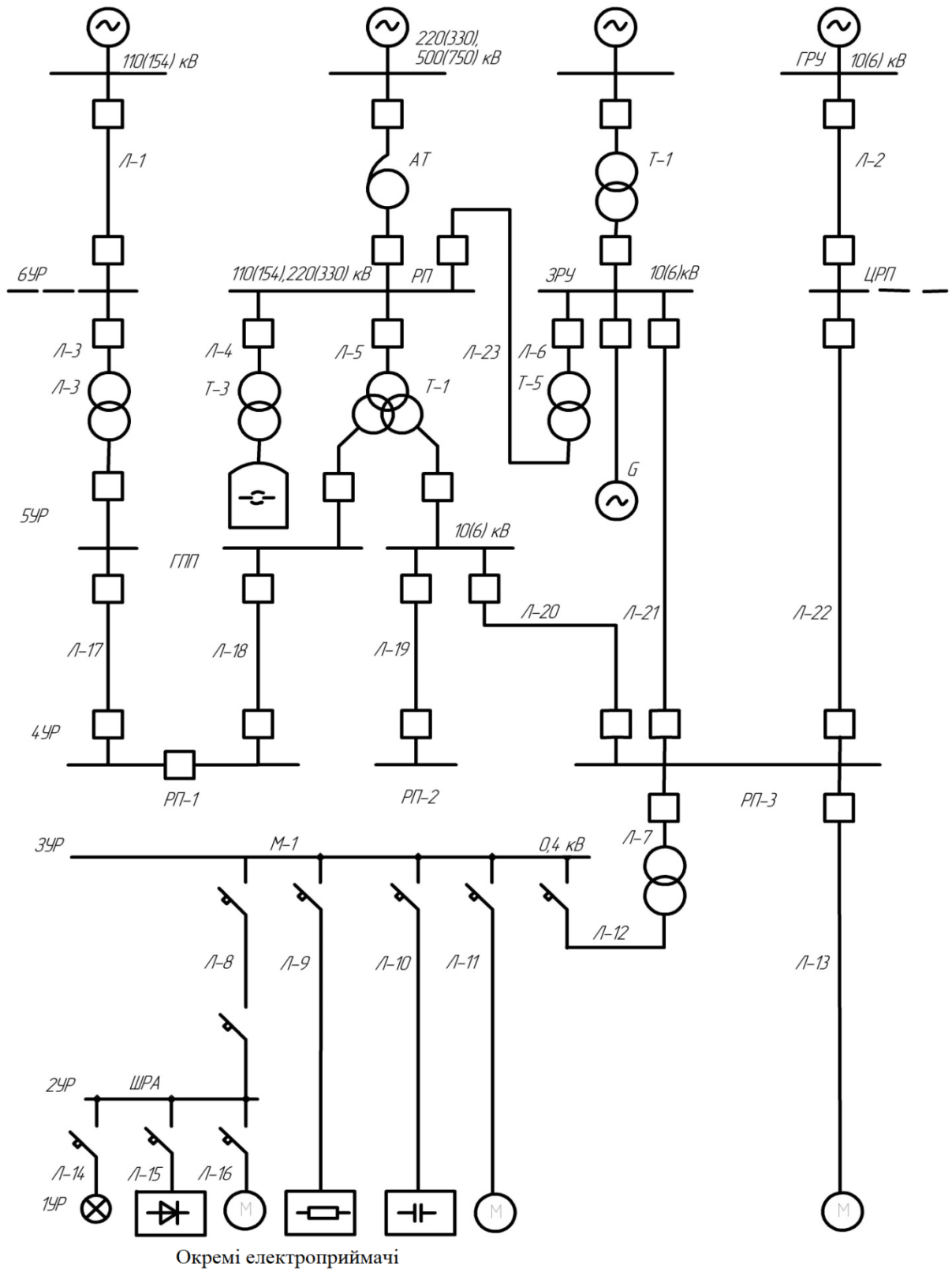


Рис. 1.11 – Структура системи електропостачання залізорудної шахти



## Розділ 2. Дослідження ефективності методів прогнозування для підвищення точності та достовірності оцінки стану процесу енергоспоживання електричної енергії в умовах залізорудних шахт

### 2.1. Основи методів прогнозування оцінки стану процесу енергоспоживання та безпеки використання електричної енергії в умовах залізорудних шахт

Технологічні процеси в умовах залізорудного підприємства мають певні ознаки циклічності їх роботи.

Так у добовому графіку їх роботи можна виділити такі основні технологічні операції як видобуток та транспортування залізорудної сировини.

Також є технології, які забезпечують безперебійність процесу видобутку залізорудних корисних копалин.

Такі процеси пов'язані з вентиляванням та виведенням стічних вод з ділянок технологічного виробництва в умовах залізорудного підприємства.

Отже виходячи з циклічності енергетичних процесів в умовах залізорудного підприємства є можливість дослідити їх функціонування та скласти статистичний аналіз щодо енергетичних характеристик.

$$X = [X_j] = \begin{bmatrix} X_{11} \dots & X_{1j} \dots & X_{1m} \\ X_{i1} \dots & X_{ij} \dots & X_{im} \\ \dots & \dots & \dots \\ X_{n1} & X_{nj} & X_{nm} \end{bmatrix}, \quad (2.1)$$

де  $[X_j]$  – вектор-функція електроспоживання;

$X_{ij}$  – поточне значення електроспоживання;

$i = \overline{1, n}$  - кількість ознак;

$j = \overline{1, m}$  - кількість вимірювань.

## **2.2. Методика дослідження ефективності методів прогнозування для підвищення точності та достовірності оцінки стану процесу енергоспоживання електричної енергії в умовах залізрудних шахт**

Для дослідження енергетичних процесів при циклічному характері розподілу енергоспоживання застосовують методи статистичного аналізу.

При цьому важливим є створення прогнозу щодо поведінки енергетичної системи за критерієм енергоспоживання.

Поставлена задача вирішується на практиці завдяки застосуванню розрахункових алгоритмів щодо визначення прогнозу щодо енергоспоживання на заданий період роботи у певному довірчому інтервалі.

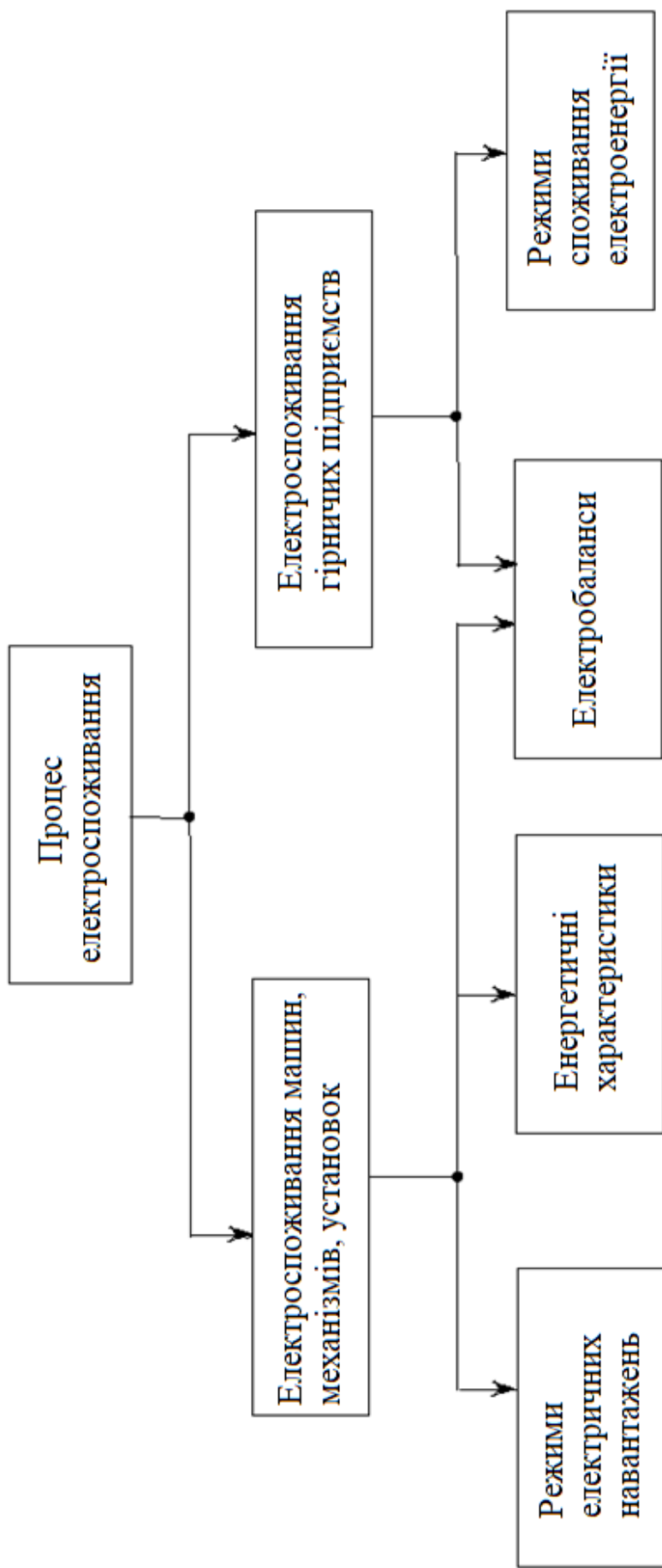


Рис. 2.1.1. Напрямки дослідження



Рис. 2.2. Алгоритм дослідження ефективності методів прогнозування для підвищення точності та достовірності оцінки стану процесу енергоспоживання електричної енергії в умовах залізрудних шахт

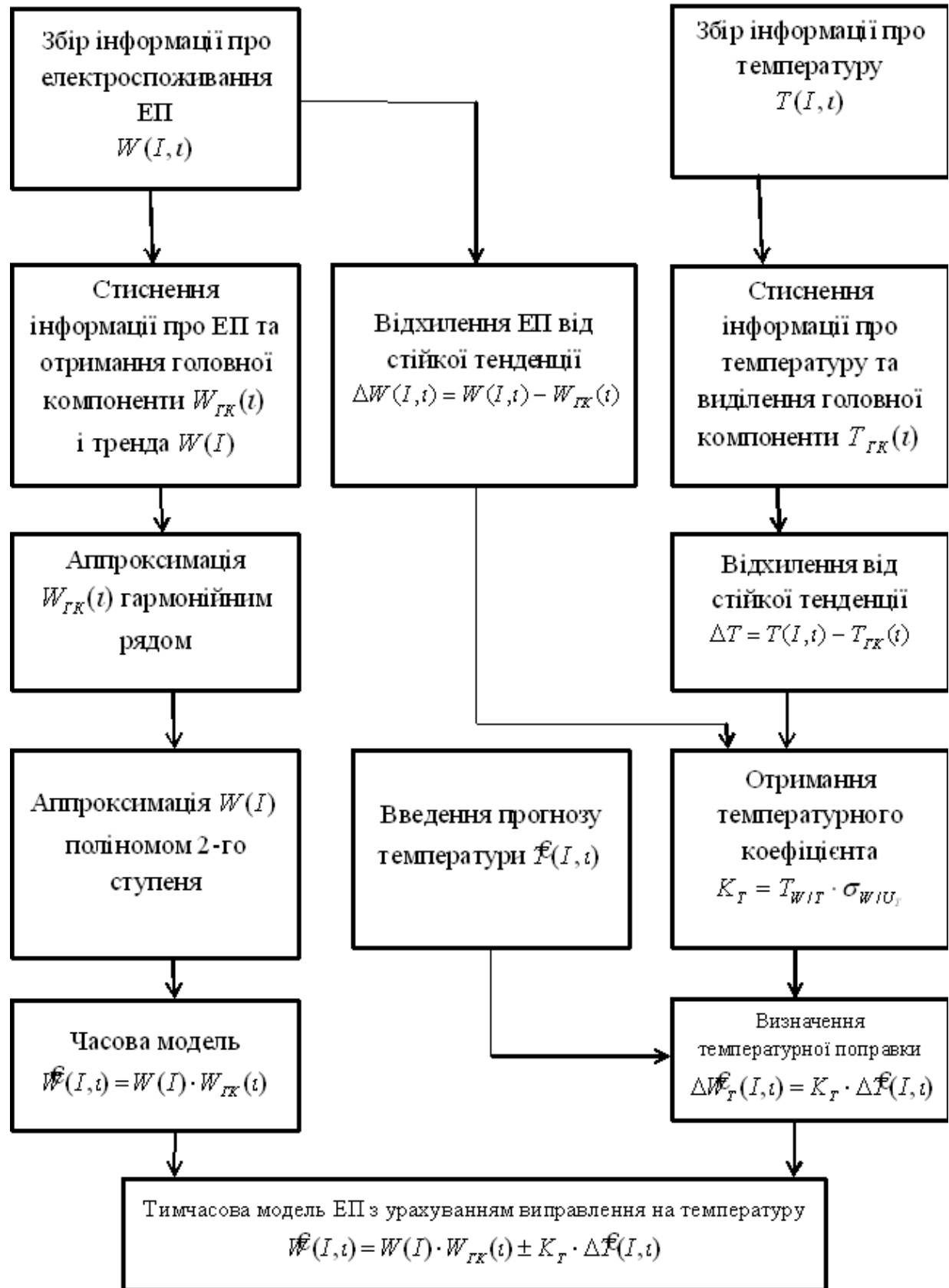


Рис. 2.3. Алгоритм короткочасної моделі для дослідження ефективності методів прогнозування для підвищення точності та достовірності оцінки стану процесу енергоспоживання електричної енергії в умовах залізрудних шахт при коливанні температури



### Розділ 3. Моделювання ефективності методів прогнозування для підвищення точності та достовірності оцінки стану процесу енергоспоживання використання електричної енергії в умовах залізорудних шахт

#### 3.1. Енергетичні характеристики використання електричної енергії в умовах залізорудних шахт

Визначення прогнозу щодо потреб енергоспоживання енергетичної системи здійснюється на основі аналізу добових, тижневих, місячних та річних спостережень.

Відповідно до проведених спостережень визначаються характеристичні графіки, що відображають картину розподілу потоків енергоспоживання а заданому довірчому інтервалі з відповідною протяжністю процесу спостереження.

Таблиця 3.1. Розподіл зміни навантаження споживачів електричної енергії в умовах залізорудних шахт

Електро- споживачі	Статистичні характеристики							
	M	Me	Mo	D	$\sigma$	v	A	E
Вентилятори	0,79	0,72	0,83	$0,99 \cdot 10^{-2}$	$0,99 \cdot 10^{-1}$	0,14	2,2	3,96
	–	–	–	–	–	–	–	–
	0,71	0,66	0,72	$0,08 \cdot 10^{-2}$	$0,28 \cdot 10^{-1}$	0,04	-1,69	-0,3
Компресори (Індивідуальний споживач)	0,98	1,47	1,12	0,10	0,31	0,34	-0,86	3,48
	–	–	–	–	–	–	–	–
	0,56	0,56	0,64	0,01	0,10	0,18	-2,5	-0,32
Компресори (груповий споживач)	0,75	0,68	0,83	0,06	0,24	0,32	2,20	3,40
	–	–	–	–	–	–	–	–
	0,64	0,57	0,72	0,02	0,14	0,20	0,28	-0,79
Лінійні машини	0,42	0,43	0,38	0,04	0,2	0,65	0,33	-0,96
	–	–	–	–	–	–	–	–
	0,18	0,17	0,19	0,008	0,09	0,22	0,1	-1,58

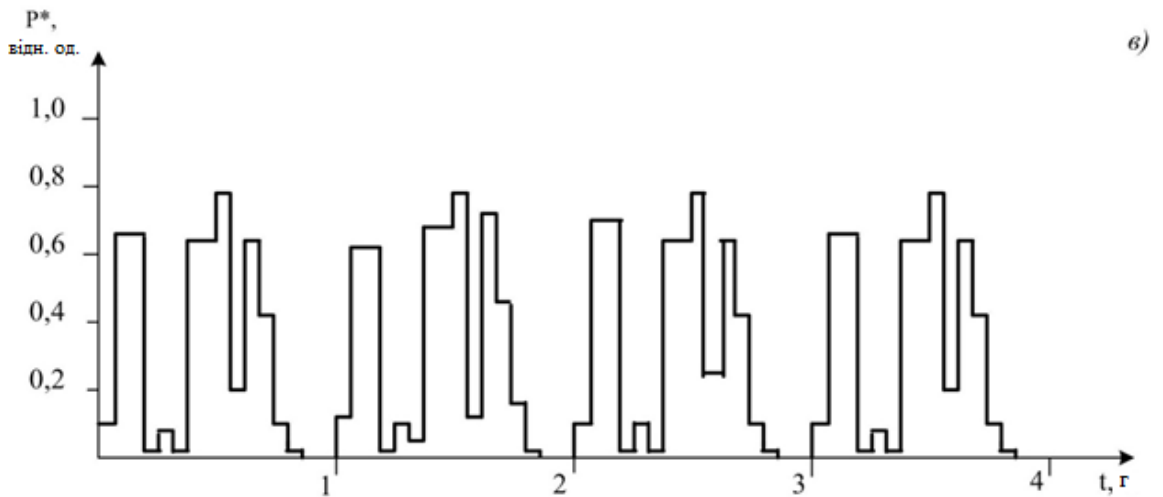
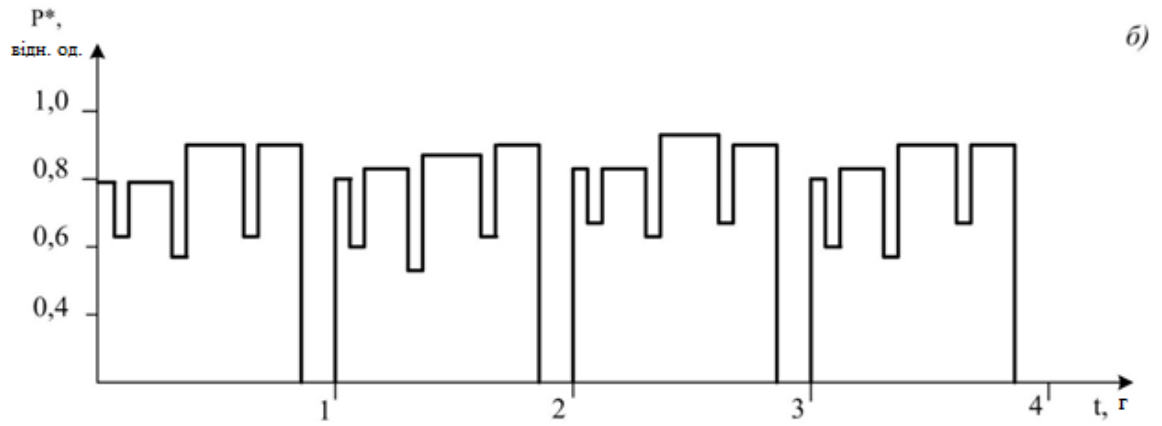
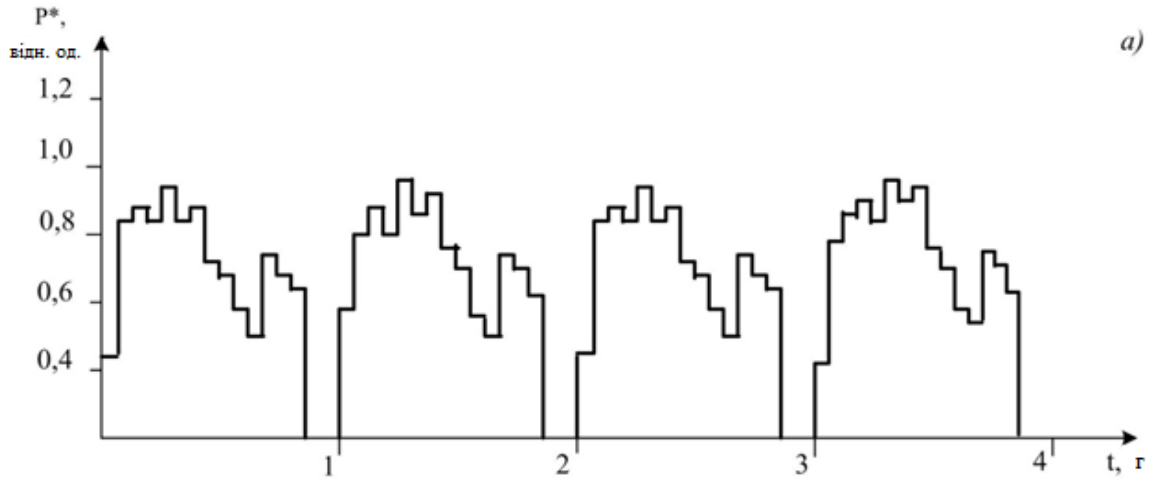


Рис. 3.1 - Графік навантаження:

а) – компресори; б) – вентилятори; в) - підйомні машини.

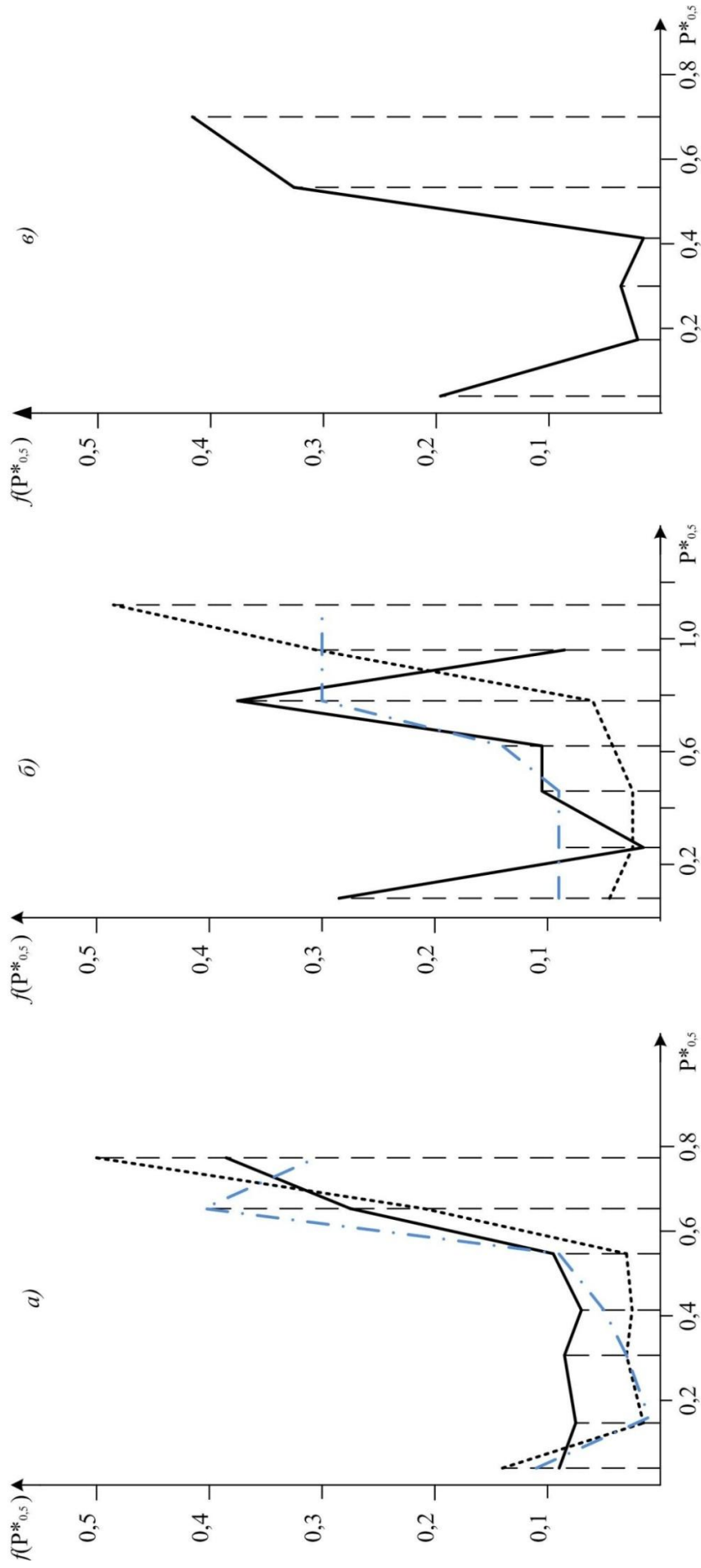


Рис. 3.2 — Розподіл зміни навантаження споживачів електричної енергії в умовах залізрудних шахт :  
 а) — за ступенем - 100/8; б) — за ступенем - 50/8; в) — за ступенем - 25/8

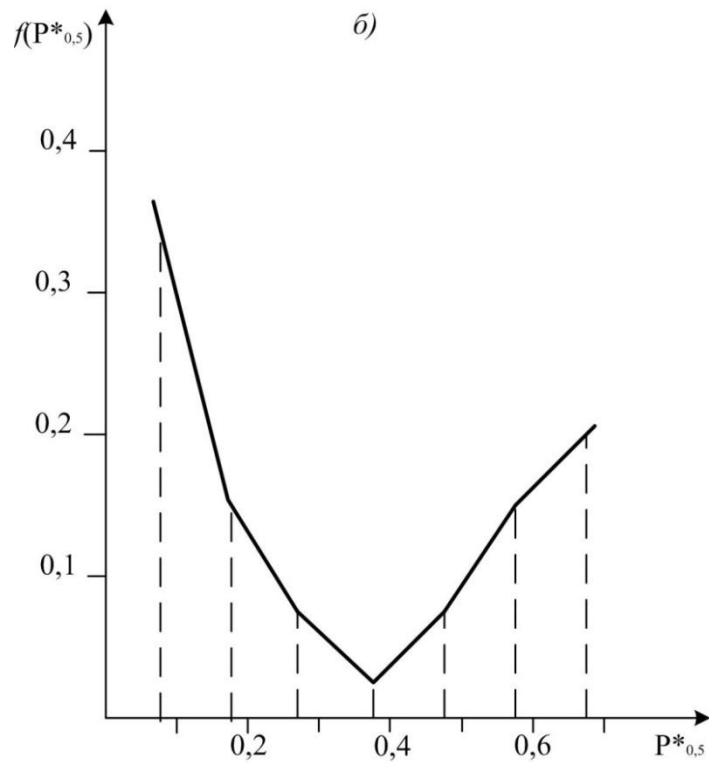
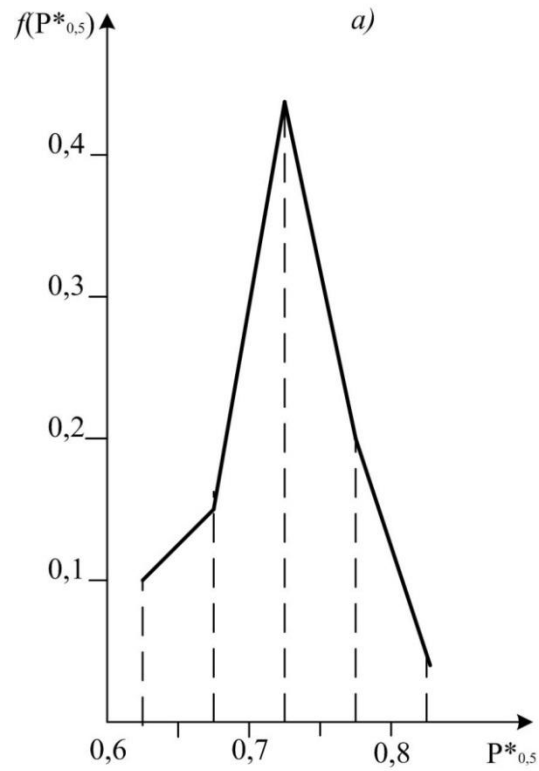


Рис. 3.3 – Розподіл зміни навантаження індивідуальних споживачів електричної енергії в умовах залізорудних шахт:  
а) – вентилятори головного провітрювання; б) - підйомні машини.

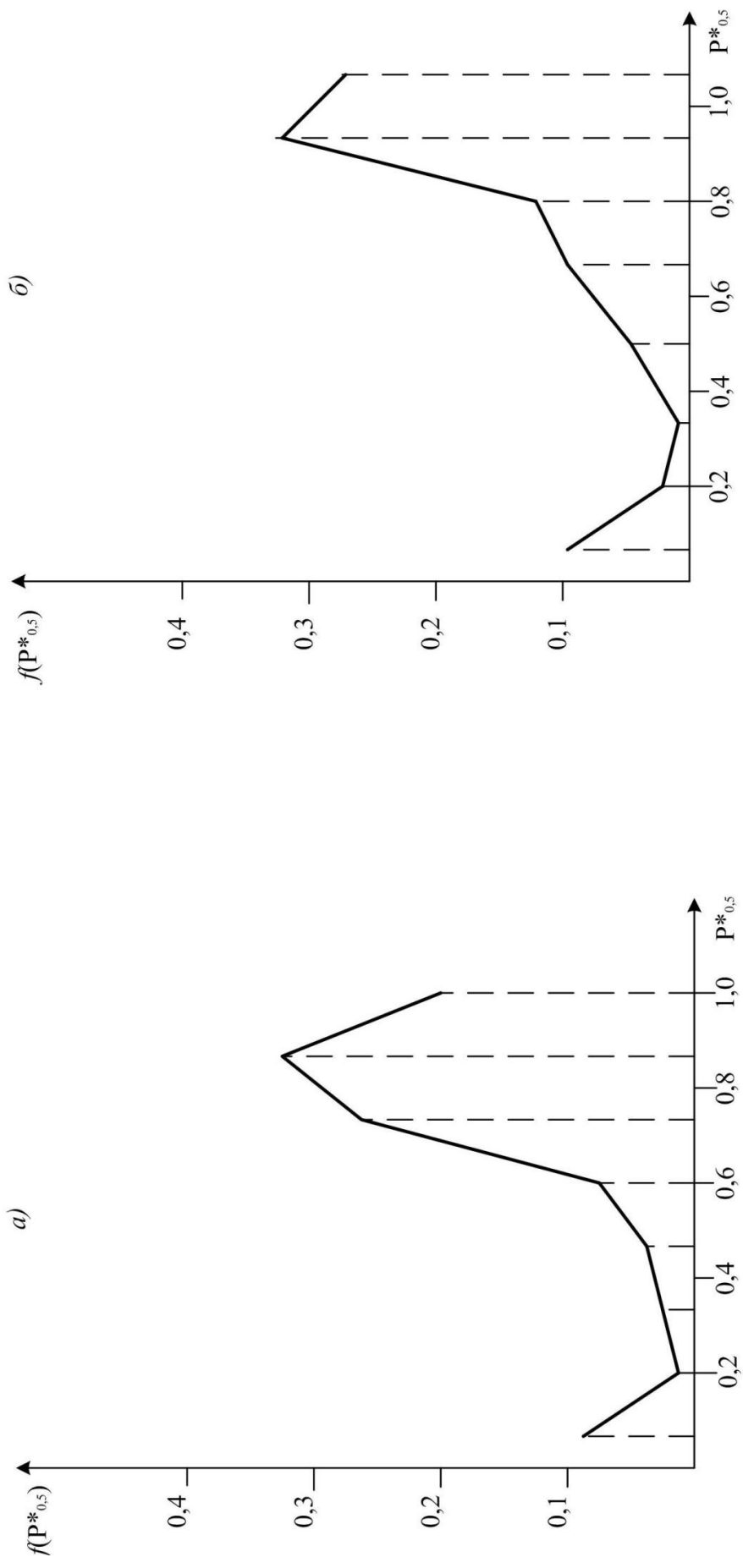


Рис.3.4 – Розподіл зміни навантаження індивідуальних споживачів електричної енергії

в умовах залізорудних шахт :

а) – компресор 4BM10; б) – компресор ВП

Таблиця 3.2

Результати моделювання режиму розподілу зміни навантаження споживачів електричної енергії в умовах залізорудних шахт.

Характеристики режимів навантажень	Статистичні характеристики		
	Математичне очікування	Середньоквадратичне відхилення	Коефіцієнт варіації
	Компресори (P = 630 кВт)		
$P_{c,max}^+$	0,79	0,13	0,16
$t_{max}^+$	0,82	0,15	0,18
$P_{c,min}^+$	0,19	0,15	0,68
$t_{min}^+$	0,18	0,02	0,11
	Компресори (P = 300кВт)		
$P_{c,max}^+$	0,90	0,11	0,12
$t_{max}^+$	0,71	0,12	0,17
$P_{c,min}^+$	0,28	0,22	0,78
$t_{min}^+$	0,29	0,12	0,41
	Підйомні установки		
$P_{c,max}^+$	0,81	0,35	0,43
$t_{max}^+$	0,52	0,29	0,56
$P_{c,min}^+$	0,23	0,41	2,05
$t_{min}^+$	0,48	0,36	0,75

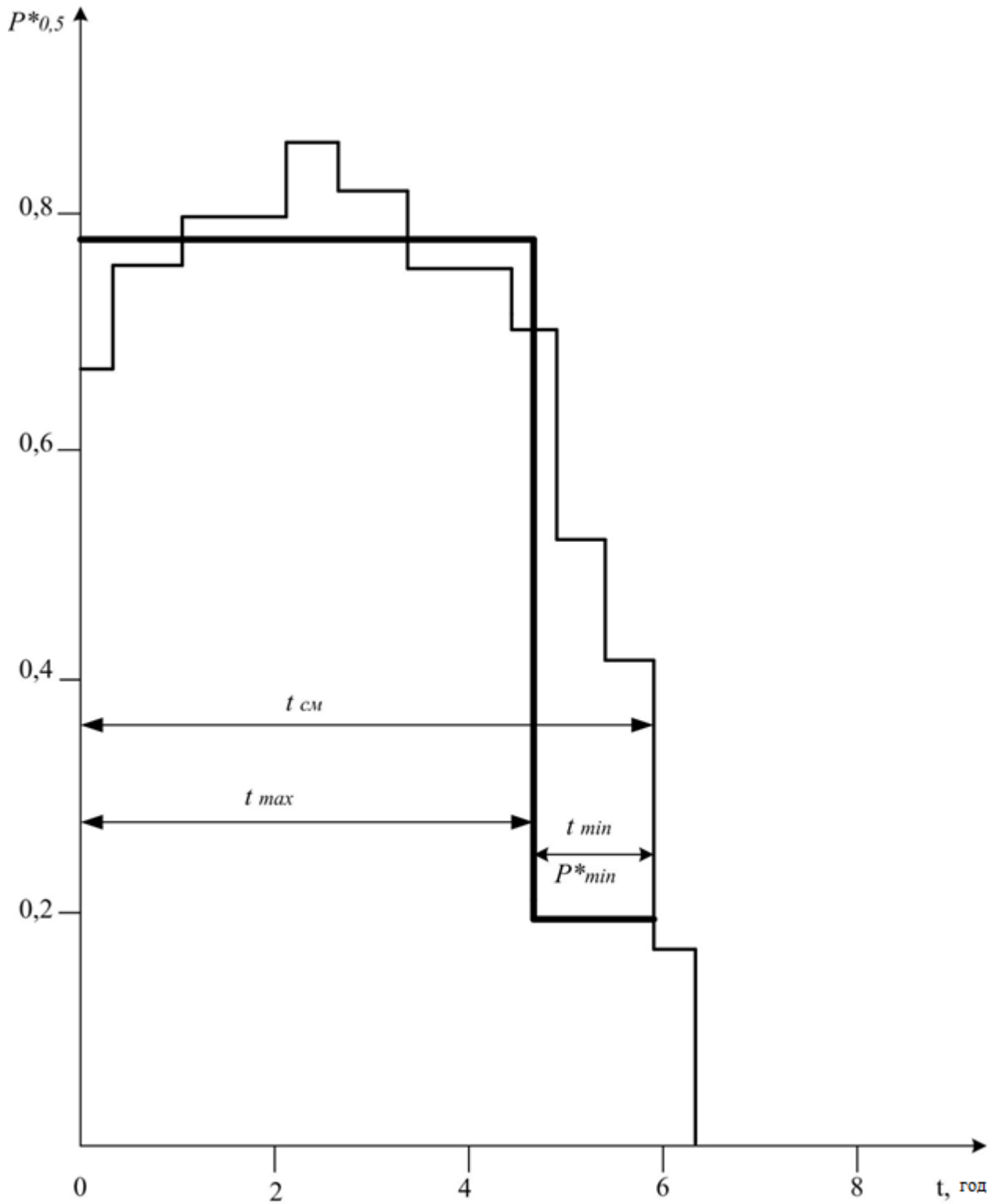


Рис. 3.5 – Модель розподілу зміни навантаження споживачів електричної енергії в умовах залізорудних шахт:

1 – графік зміни навантажень;

2 – модель навантажень.

### **3.2. Розподіл зміни енергоспоживання при змінному навантаженні споживачів електричної енергії в умовах залізорудних шахт**

Відповідно до представленої методики щодо розподілу енергетичної системи відповідно до їх енергетичних споживачів на об'єкти з циклічним характером процесу енергоспоживання можна виділити з огляду енергоспоживання енергетичні об'єкти з постійно діючим та змінним навантаженням.

Скористаємось визначенням показника змінного навантаження для прогнозування параметрів втрат електричної енергії у структурі системи електропостачання.



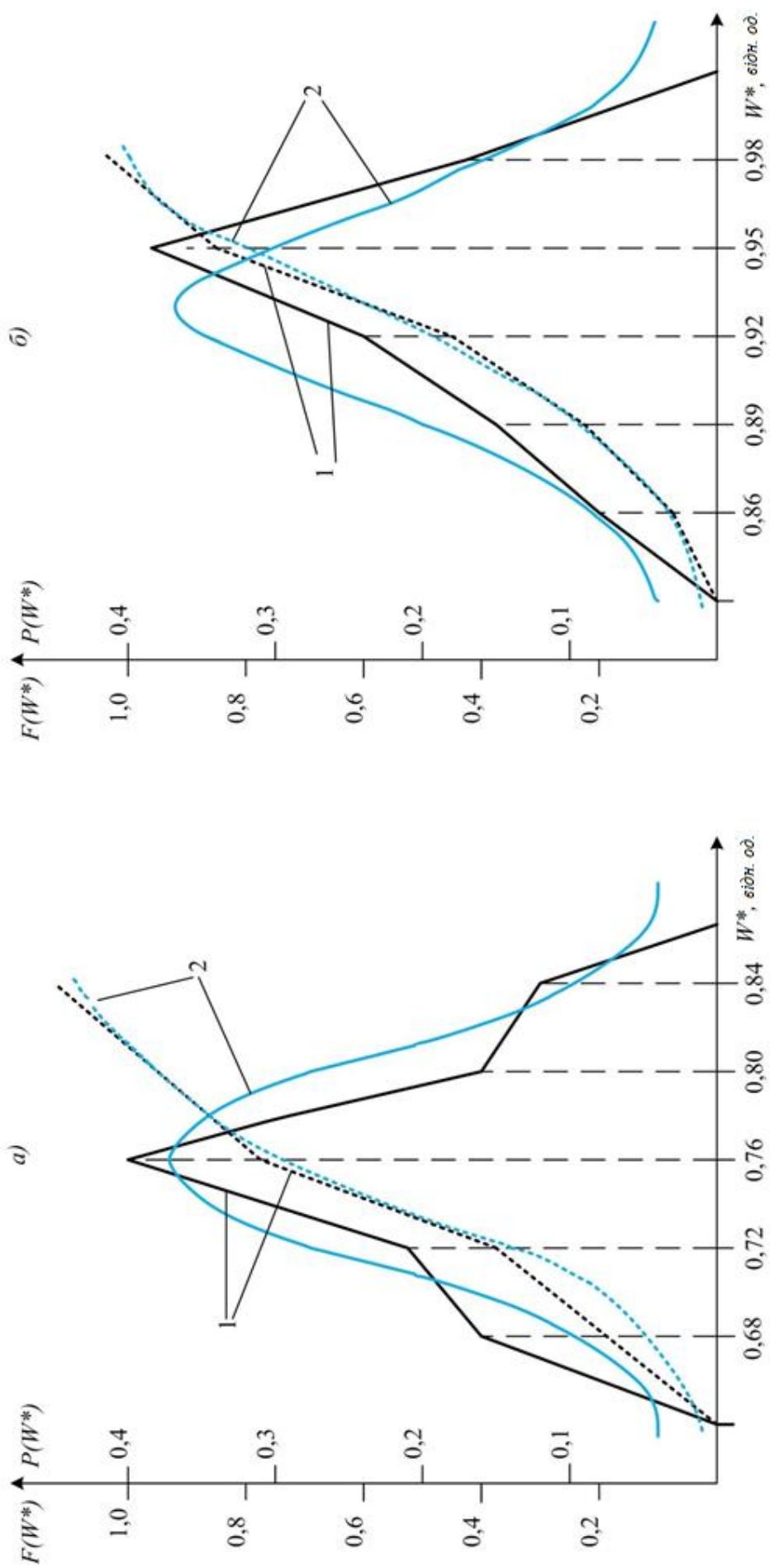


Рис. 3.6 – Експериментальний (1) та теоретичний (2) розподіл зміни енергоспоживання при змінному навантаженні споживачів електричної енергії в умовах залізрудних шахт вентиляторів (а) та водовідливів (б).

Визначення показників змінного навантаження для прогнозування параметрів втрат електричної енергії у структурі системи електропостачання здійснюється на основі аналізу добових, тижневих, місячних та річних спостережень.

### **3.3. Електроенергетичний баланс розподілу енергоспоживання енергоємних споживачів електричної енергії в умовах залізорудних шахт**

Розглянуту методику щодо прогнозу рівнів енергоспоживання можна використовувати для відтворення балансу енергетичної системи.

Енергоємні енергетичні системи, якими виступають залізорудні підприємства, можуть підтримувати рівень своєї ефективності за рахунок впровадження у систему регулювання потоків енергії підсистеми аналізу та вироблення прогнозу щодо енергоспоживання.

Такі прогнози можна також зробити для окремої складової енергетичної системи а також застосувати моделювання створеного прогнозу при роботі енергетичних установок.

Такий підхід не тільки підвищує ефективність роботи енергетичних систем але й поліпшує умови експлуатації й надійність їх функціонування.

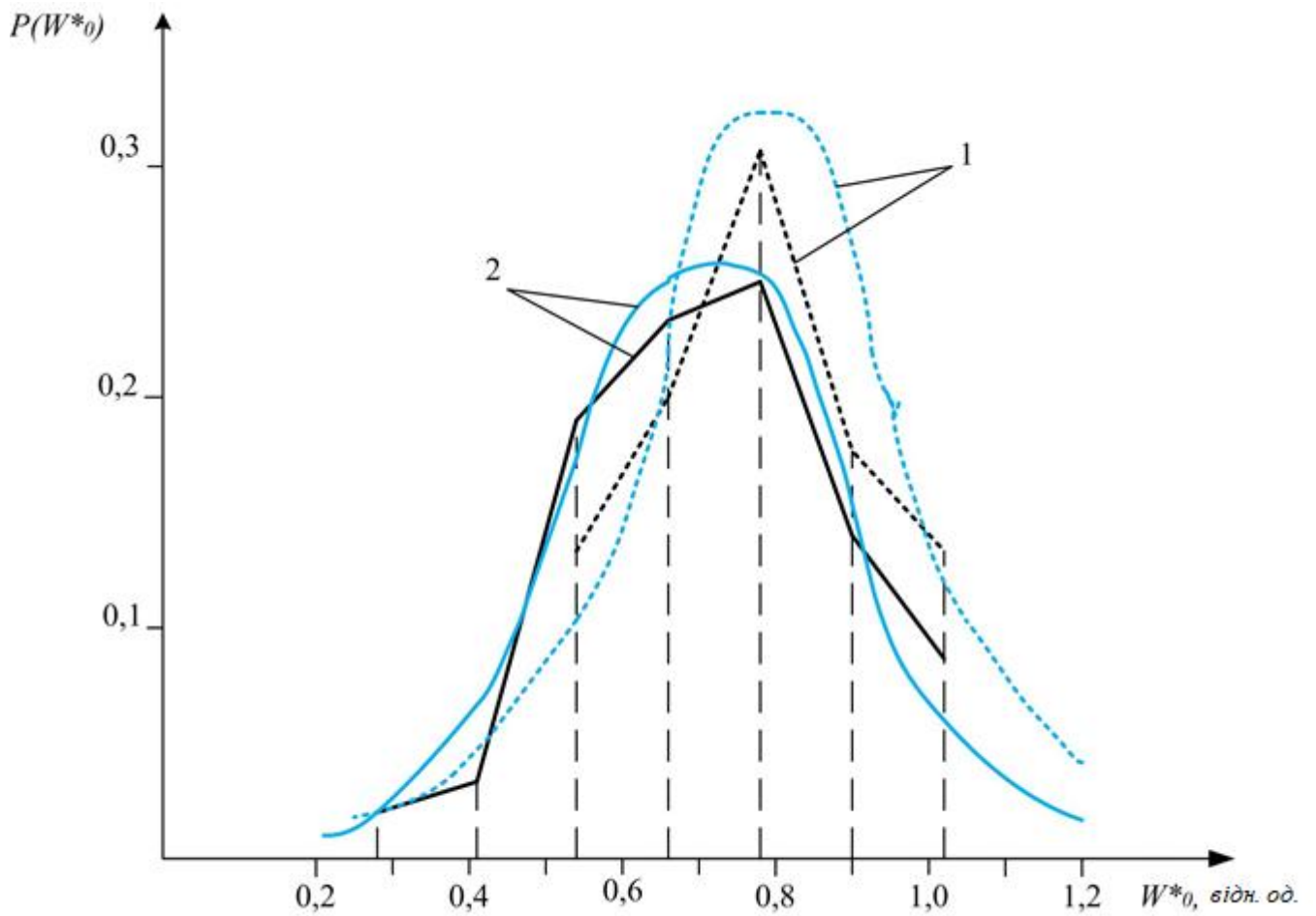


Рис. 3.7 – Гістограми загального розподілу параметрів та тимчасові функції витрат електроенергії для компресорної установки:

1 – розрахункова модель;

2 – результати

статистичних досліджень.

## **Висновки**

Метою роботи було дослідження ефективності методів прогнозування для підвищення точності та достовірності оцінки стану процесу енергоспоживання та безпеки використання електричної енергії в умовах залізрудних шахт.

У роботі вирішено завдання розробки основних теоретичних положень зі створення енергоефективних систем електропостачання залізрудних шахт та визначення складу економічно обґрунтованих заходів з енергозбереження для СЕС.

Розроблено математичну модель досліджуваної системи, а також способи її оптимізації з урахуванням топологічних особливостей підприємства та технічних умов експлуатації.

## Список використаних джерел

1. Стогній, Б.С. Основні параметри енергозабезпечення національної економіки на період до 2020 року [Текст] / Б.С. Стогній, О.В. Кириленко, А.В. Праховник, С.П. Негодуйко, П.П. Пертко, І.В. Блінов. – К.: Вид. Ін-ту електродинаміки НАН України, 2011. – 275 с. – ISSN 2226-3780.

2. Азарян, А. А. Комплекс ресурсо- і енергозберігаючих геотехнологій видобутку та переробки мінеральної сировини, технічних засобів їх моніторингу із системою управління і оптимізації гірничорудних виробництв [Текст] / А.А. Азарян, Ю.Г. Вілкул, Ю.П. Капленко, Ф.І. Караманич, В.О. Колосов, В.С. Моркун, П.І. Пілов, В.Д. Сидоренко, А.Г. Темченко, П.Й. Федоренко. – Кривий Ріг: Мінерал, 2006. – 219 с. – ISBN 966-7103-93-5.

3. Бабец, Е.К. Сборник технико-экономических показателей горнодобывающих предприятий Украины в 2009-2010 гг. Анализ мировой конъюнктуры рынка ЖРС 2004-2011 гг. [Текст] / Е.К. Бабец, Л.А. Штанько, В.А. Салгаков и др. – Кривий Ріг: Видавничий дім, 2011. – 329 с.

4. Сінчук, О.М. Кривбас на межі тисячоліть: шляхи відродження [Текст] / О.М. Сінчук, А.Г. Бажал – К.: АДЕФ-Україна, 1997. – 31 с.

5. Синчук, И.О. Потенциал электроэнергоэффективности и пути его реализации на производствах с подземными способами добычи железорудного сырья. Монография [Текст] / И.О. Синчук, Э.С. Гузов, А.Н. Яловая, С.Н. Бойко // Под. ред. докт. техн. наук, профессора О.Н. Синчука. – Кременчук: Изд.

ЧП Щербатых А.В., 2015. – 296 с. – ISBN 978-617-639-072-5.

6. Синчук, О.Н. Оценка потенциала и тактика повышения электроэнергоэффективности подземных железорудных производств [Текст] / О.Н. Синчук, И.О. Синчук, Э.С. Гузов, А.Н. Яловая, М.А. Баулина //

Технологический аудит и резервы производства. - №3/4(17), 2014. – С. 34-39.  
– ISSN 2226-3780.

7. Січнук, І.О. Енергозбереження на підприємствах гірничовидобувної промисловості. Проблеми, шляхи реалізації. Монографія [Текст] / І.О. Сінчук, Е.С. Гузов, В.А. Кольсун // Під ред. докт. техн. наук, професора О.М. Сінчука. – Кривий Ріг – Кременчук: Вид. ПП Щербатих О.В., 2016. – 342 с. – ISBN 978-617-639-106-7.