

Міністерство освіти і науки України

Криворізький національний університет

Електротехнічний факультет

Пояснювальна записка

**до кваліфікаційної роботи бакалавра
за спеціальністю 141 - Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка**

ТЕМА РОБОТИ:

**Варіант розрахунку рівнів електричних навантажень споживачів з
груповим коефіцієнтом попиту в умовах систем електропостачання
підземних залізничних підприємств**

Виконав: студент групи ЗЕЕМ-23ск

Дмитро САЛЮТІН

Керівник випускної роботи _____ д.ф., ст. викл. Владислав БАРАНОВСЬКИЙ

Нормо контролер _____ д.ф., ст. викл. Владислав БАРАНОВСЬКИЙ

Декан ЕТФ _____ к.т.н., доц. Владислав ФЕДОТОВ

Гарант освітньої програми _____ к.т.н., доц. Ігор ПЕРЕСУНЬКО

Кривий Ріг 2026 р.

Криворізький національний університет

Факультет: електротехнічний

Освітній рівень: бакалавр

Спеціальність: 141 - Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

САЛЮТІН Дмитро Юрійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи: Варіант розрахунку рівнів електричних навантажень споживачів
з груповим коефіцієнтом попиту в умовах систем електропостачання
підземних залізорудних підприємств

1. Термін подання студентом роботи: 19 червня 2026 р.
2. Мета та завдання кваліфікаційної роботи: Метою є варіант розрахунку
рівнів електричних навантажень споживачів з груповим коефіцієнтом
попиту в умовах систем електропостачання підземних залізорудних
підприємств
3. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно розробити) I.
Проектування рівнів електричних навантажень споживачів з груповим
коефіцієнтом попиту в умовах систем електропостачання підземних
залізорудних підприємств; II. Аналіз варіантів розрахунку рівнів електричних
навантажень споживачів з груповим коефіцієнтом попиту в умовах систем
електропостачання підземних залізорудних підприємств; III. Практична
реалізація запропонованого варіанту розрахунку рівнів електричних
навантажень споживачів з груповим коефіцієнтом попиту в умовах систем
електропостачання підземних залізорудних підприємств.

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Ім'я, прізвище консультанта	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
I	Владислав БАРАНОВСЬКИЙ		
II	Владислав БАРАНОВСЬКИЙ		
III	Владислав БАРАНОВСЬКИЙ		

6. Календарний план

№	Етапи роботи	Термін
1	Визначення рівнів електричних навантажень	24.05.26
2	Порівняння конструкції і фактичного оснащення блоків механізмами, що визначають рівні електричних навантажень	31.05.26
3	Аналіз варіантів розрахунку рівнів електричних навантажень	07.06.26
4	Практична реалізація запропонованого варіанту розрахунку рівнів електричних навантажень	15.06.26

Дата видання завдання 18.05.2026 р.

Здобувач вищої освіти _____
(підпис)

Дмитро САЛЮТІН
(Ім'я, прізвище)

Керівник роботи _____
(підпис)

Владислав БАРАНОВСЬКИЙ
(Ім'я, прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до випускової атестаційної роботи бакалавра на тему: «Варіант розрахунку рівнів електричних навантажень споживачів з груповим коефіцієнтом попиту в умовах систем електропостачання підземних залізрудних підприємств»

43 с., 20 літературних джерел

Мета роботи: Підвищення точності та надійності проектування і експлуатації систем підземного електропостачання залізрудних шахт шляхом удосконалення методології розрахунку очікуваних електричних навантажень дільничних мереж на основі уточнення групових коефіцієнтів попиту та врахування специфіки їхніх технологічних режимів.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі завдання:

Проаналізувати існуючі нормативні та теоретичні методи розрахунку електричних навантажень промислових підприємств і визначити межі їхньої адекватності для умов підземних залізрудних виробок.

Дослідити структуру, режими роботи та кінематичні особливості основних технологічних споживачів підземного видобутку (бурових кареток, скреперних лебідок, навантажувально-доставних машин, конвеєрних комплексів та дільничного водовідливу).

Визначити фактичні значення індивідуальних та групових коефіцієнтів попиту для різних технологічних дільниць (очисних, підготовчих, транспортних) за допомогою експериментальних вимірювань у промислових умовах.

Розробити алгоритм моделювання випадкових процесів суміщення навантажень у часі для груп електроприймачів із різною циклічністю роботи.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.26.251-15	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обґрунтувати рекомендації щодо оптимізації потужності підземних дільничних трансформаторних підстанцій та перерізів кабельних ліній з метою зниження капітальних витрат і підвищення пожежної безпеки в шахтах.

ПІДЗЕМНА ЗАЛІЗОРУДНА ШАХТА, ДІЛЬНИЧНА ПІДСТАНЦІЯ,
ЕЛЕКТРИЧНЕ НАВАНТАЖЕННЯ, ВСТАНОВЛЕНА ПОТУЖНІСТЬ,
КОЕФІЦІЄНТ ПОПИТУ, РОЗРАХУНКОВИЙ МАКСИМУМ, СУМІЩЕННЯ
ПІКІВ НАВАНТАЖЕННЯ

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.26.251-15	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зміст

Вступ.....	8
Розділ 1. Проектування рівнів електричних навантажень споживачів з груповим коефіцієнтом попиту в умовах систем електропостачання підземних залізорудних підприємств.....	13
1.1. Визначення рівнів електричних навантажень споживачів з груповим коефіцієнтом попиту в умовах систем електропостачання підземних залізорудних підприємств	13
1.2. Порівняння конструкції і фактичного оснащення блоків механізмами, що визначають рівні електричних навантажень споживачів з груповим коефіцієнтом попиту в умовах систем електропостачання підземних залізорудних підприємств	14
1.3. Висновки за розділом	18
Розділ 2. Аналіз варіантів розрахунку рівнів електричних навантажень споживачів з груповим коефіцієнтом попиту в умовах систем електропостачання підземних залізорудних підприємств.....	19
2.1. Аналіз варіантів розрахунку рівнів електричних навантажень встановленого обладнання споживачів з груповим коефіцієнтом попиту в умовах систем електропостачання підземних залізорудних підприємств..	19
2.2. Аналіз варіантів вахтової здатності секцій рівнів електричних навантажень споживачів з груповим коефіцієнтом попиту в умовах систем електропостачання підземних залізорудних підприємств.....	21
2.3. Висновки за розділом	30
Розділ 3. Практична реалізація запропонованого варіанту розрахунку рівнів електричних навантажень споживачів з груповим коефіцієнтом попиту в умовах систем електропостачання підземних залізорудних підприємств.....	31

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.26.251-15	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

3.1. Порівняльний аналіз наведених значень потужності агрегатів представлених для розрахунку рівнів електричних навантажень споживачів з груповим коефіцієнтом попиту в умовах систем електропостачання підземних залізничних підприємств.....	31
3.2. Практична реалізація визначення реальних значень розрахунку рівнів електричних навантажень споживачів з груповим коефіцієнтом попиту в умовах систем електропостачання підземних залізничних підприємств..	35
3.3. Висновки за розділом	38
Висновки	39
Список використаних джерел	41

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.26.251-15	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Актуальність та інженерна проблематика

Проектування та розвиток систем електропостачання підземних залізорудних підприємств вимагає вирішення складного компромісу між економічною доцільністю та жорсткими вимогами безпеки.

Основою для вибору всього електрообладнання шахти — від потужності підземних пересувних трансформаторних підстанцій до перерізу живильних броньованих кабелів — є розрахунковий максимум електричного навантаження.

Штучне завищення цього показника («страховка» інженера) призводить до закупівлі надлишково потужних, дорогих та масивних трансформаторів, які вкрай важко транспортувати та монтувати в тісних підземних виробках.

Більше того, робота недовантажених трансформаторів супроводжується низьким коефіцієнтом потужності та підвищеними втратами енергії.

З іншого боку, заниження розрахункового навантаження є ще небезпечнішим: воно викликає систематичні перевантаження ліній, глибокі посадки напруги під час пуску двигунів, передчасне теплове старіння ізоляції та, в найгіршому випадку, підземні пожежі через короткі замикання.

Традиційний метод розрахунку за коефіцієнтом попиту є найпоширенішим в інженерній практиці завдяки своїй простоті.

Проте більшість довідкових коефіцієнтів, що використовуються сьогодні, були сформовані десятиліття тому.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.26.251-15	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сучасна залізорудна шахта пройшла етап глибокої модернізації: з'явилися потужні імпортні самохідні бурові установки, автоматизовані конвеєрні лінії та високопродуктивні навантажувальні машини.

Їхня динаміка споживання енергії кардинально відрізняється від застарілої техніки, що робить перерахунок та уточнення групових коефіцієнтів попиту критично актуальною задачею.

Особливості формування навантажень підземних споживачів

Електричні навантаження підземних ділянок залізорудних шахт мають яскраво виражений випадковий, імпульсний та нестационарний характер.

Розглянемо специфіку роботи основних споживачів:

- **Скреперні лебідки та підземні навантажувачі:** Працюють у короткочасному або повторно-короткочасному режимі з постійними реверсами, пусками під навантаженням та періодами холостого ходу (коли триває завантаження вагона або зачистка вибою).
- **Бурові каретки та комбайни:** Мають триваліший цикл роботи, але рівень споживання енергії різко змінюється залежно від міцності залізорудної породи, ступеня зносу інструменту та кваліфікації персоналу.
- **Дільничний транспорт (конвеєри, електровози):** Створює тривалі навантаження, які, проте, прямо залежать від загальної інтенсивності видобутку на вищих горизонтах.

Коли ці споживачі об'єднуються в групу, що живиться від однієї підземної підстанції, виникає ефект взаємного накладання їхніх індивідуальних графіків.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.26.251-15	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ймовірність того, що всі лебідки та бурові установки дільниці одночасно увімкнуться на максимальну потужність, є вкрай низькою.

Груповий коефіцієнт попиту якраз і покликаний врахувати цю нерівномірність, але його точність залежить від кількості приймачів у групі та їхньої технологічної взаємопов'язаності (наприклад, лебідка не може працювати одночасно з буровою установкою в одному вибої через технологічну послідовність процесів).

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.26.251-15	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Практична реалізація та інженерні рішення

Для підвищення точності розрахунків та оптимізації мереж залізорудних підприємств реалізується комплекс технічних та організаційних заходів:

Технологічний крок	Суть впровадження	Результат для системи електропостачання
Цифрове профільовання навантажень	Встановлення тимчасових або стаціонарних смарт- лічильників у підземних розподільчих пунктах для фіксації реальних графіків споживання.	Створення актуальної бази даних фактичних коефіцієнтів попиту для новітнього гірничого обладнання.
Категорувани я груп споживачів	Розділення розрахунку для технологічно залежних (співзалежних) та незалежних груп приймачів.	Виключення математичних помилек за рахунок урахування того, що частина обладнання блокується алгоритмами автоматики.

Динамічне керування навантаженням (Demand Side Management)	Впровадження автоматизованих систем, які тимчасово блокують пуск допоміжних споживачів (наприклад, водовідливу) під час пікової роботи очисного вибою.	Штучне зниження групового коефіцієнта попиту, що дозволяє використовувати трансформатори меншої потужності.
--	---	--

Практичне застосування уточнених групових коефіцієнтів попиту дозволяє ще на етапі проектування або реконструкції горизонтів шахти зменшити загальну встановлену потужність проєктованих підстанцій на **15–20%**.

Це забезпечує колосальну економію дефіцитного підземного простору, знижує витрати на кабелі великих перерізів і гарантує, що захисна апаратура буде налаштована на реальні аварійні струми, а не на помилкові розрахункові максимуми.

Розділ 1. Проектування рівнів електричних навантажень споживачів з груповим коефіцієнтом попиту в умовах систем електропостачання підземних залізрудних підприємств

1.1. Визначення рівнів електричних навантажень споживачів з груповим коефіцієнтом попиту в умовах систем електропостачання підземних залізрудних підприємств

Одним з етапів проектування систем електропостачання підземних споживачів є визначення навантаження найбільш завантаженого агрегату.

За результатами таких розрахунків визначають параметри кабельно-розподільної мережі, що живить агрегат, і підбирають комутаційну апаратуру.

Комплектація агрегатів механізмами залежить від використовуваних систем розробки, зазначеної потужності агрегату, а також значення середньозважених показників вахтової пропускної здатності очисних вибоїв.

Представляє інтерес порівняння конструкції і фактичного оснащення блоків механізмами, дані про які на гірничо-рудних горизонтах залізрудних шахт представлені в розділі 1.2.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.26.251-15			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дат	Розділ 1	Літ.	Лист	Листів
Розробив	Салютін Д.Ю.						13	6
Перевірив	Барановський В.Д.							
Реценз.								
Н. Контр.	Барановський В.Д.							
Затвердив	Пересунько І.І.					КНУ ЗЕЕМ-23ск		

1.2. Порівняння конструкції і фактичного оснащення блоків механізмами, що визначають рівні електричних навантажень споживачів з груповим коефіцієнтом попиту в умовах систем електропостачання підземних залізрудних підприємств

Представимо порівняння конструкції і фактичного оснащення блоків механізмами, дані про які на гірничо-рудних горизонтах залізрудних шахт представлені в таблиці 1.1.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.26.251-15	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблица 1.1.

№ п.п	Наименование х	ш.Саксагань, УПП-10										$\frac{P^* - \overline{P\Phi}}{\overline{P\Phi}} \cdot 100$	$\frac{P^* - \overline{P\Phi}}{\overline{P\Phi}} \cdot 100$
		Р*розр.	С*розр.	Р*розр.	С*розр.	Р*розр.	С*розр.	Р*розр.	С*розр.	Р*розр.	С*розр.		
I.	Секція №2	45	38	57	37	37	52	28,5	37	47	21%	15,6%	9%
1.	Орт №213	8	7,6	11	12,5	12,5	16						
2.	Орт №217	35	30,4	46	34	34	48						
II.	Секція №5	191	179	262	144	144	204	67,8	67,7	96	175	112	28,4
1.	Орт №205	83	81,5	110	86	86	122	37,5	37	30	180	144	15
2.	Орт №209	100	97,6	116	74	74	105	43,7	39,8	59	96,6	78	14,5
ш.Центральна													
1.	Орт «Д»	57	52	77	47	47	66						
2.	Орт «Б»	8	6,6	10	14	14	20	21,4	16	26,7	-62,3	-26	-50
3.	Орт «Г»	75	59	94	46,5	46,5	66	43,8	29	52,5	70	26	42,4
4.	Орт «10»	34	30	45	36	36	51	28	29	40	12,5	27,5	-11,8
5.	Орт «16»	43	41	60	41	44	62	17,5	25	29	107	107	-3
6.	Орт «22»	44	42	61	44	44	62	20,6	12,6	24	164	154	-3

№ п/п	Найменування	Ррогр.	Грогр.	Срогр.	Р*рогр.	С*рогр.	Г*рогр.	Рфакт.	Гфакт.	Сфакт.	$\frac{Пр-Пф}{Пф} \cdot 100$	$\frac{Пр^*-Пф}{Пф} \cdot 100$	$\frac{Пр-Пр^*}{Пр^*} \cdot 100$
ш.Артем-1,УПП-3													
I.	Свєція №1	87,5	82	120	87,4	87,4	123	83	60,6	103	16	16	-2,4
1.	Дп.№12,бп.№7, 730м	73	76	106,4	83	83	117	72	47,6	86	22,5	35,4	-10
2.	Блок№16,гор.- 775м	17,6	7	10	10,7	10,7	15						-33
II.	Свєція №2	76	75	106	76	76	107	78	66	102	4	5	0
1.	Блок№8,гор.- 775м	17,6	15	23	14	14	20						15
2.	Дп.№1,бп.№6, 700м	63	61,8	111	70	70	99	70	57,4	90,5	22	6	12

ш.Аргам-1,УПП-5

Секція №1	106	84	135	93	99	131	75	53	92	47	42	3
Діп.№4 бл.47, 730м	82	84	117	87,5	87,5	121	37,8	42	71,5	63,6	73,4	-5,6
Секція №2	158	132	219	128	128	181	83	60,6	103	112	76	21
Діп.НИГРИ бл.47 г.-775м	42,8	35,5	55,6	24	24	34						63
Діп.№5 бл.20,г.7 50м	119	120,6	170	110	110	155	23,5	39,7	46	270	237	16
Блок39 гор.- 775м	7,6	7	10	10,7	10,7	15						

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЕТФ.КНУ.РБ.141.26.251-15

Арк.

17

1.3. Висновки за розділом

На основі аналізу проведених досліджень рекомендовано метод розрахунку електричних навантажень підземних споживачів з груповим коефіцієнтом попиту, що спрощує розрахунки при проектуванні та скорочує обсяг досліджень для визначення норм проектування.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.26.251-15	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розділ 2. Аналіз варіантів розрахунку рівнів електричних навантажень споживачів з груповим коефіцієнтом попиту в умовах систем електропостачання підземних залізорудних підприємств

2.1. Аналіз варіантів розрахунку рівнів електричних навантажень встановленого обладнання споживачів з груповим коефіцієнтом попиту в умовах систем електропостачання підземних залізорудних підприємств

З матеріалу, наведеного в таблицях, випливає, що власне обладнання істотно відрізняється від конструкторського за типом і кількістю.

Так, блок шахти «Саксаганська» за проектом повинен бути оснащений скреперними лебідками потужністю 30 ÷ 35 і 100 кВт в кількості 6 штук, загальною потужністю 350 кВт, а за фактом виробництво забезпечується 10 скреперними лебідками типу 30ЛС – 2СА загальною встановленою потужністю 300 кВт.

$$\frac{S_p - S_{\phi}}{S_{\phi}} \cdot 100$$

Крім того, у всіх проектах в навантаження блоків включаються вентилятори місцевої вентиляції і бурові установки НКР-100М.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.26.251-15					
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дат	Розділ 2			Літ.	Лист	Листів
Розробив		Салютін Д.Ю.								
Перевірив		Барановський В.Д.							19	12
Реценз.								КНУ ЗЕЕМ-23ск		
Н. Контр.		Барановський В.Д.								
Затвердив		Пересунько І.І.								

На практиці вентилятори місцевої вентиляції і бурові установки НКР-100М майже не беруть участі в навантаженні, так як в забоях вентиляція здійснюється стисненим повітрям і в переважній більшості блоків ці види обладнання не використовуються зовсім.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.26.251-15	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2. Аналіз варіантів вахтової здатності секцій рівнів електричних навантажень споживачів з груповим коефіцієнтом попиту в умовах систем електропостачання підземних залізничних підприємств

Для встановлення причин розбіжності в обладнанні обладнання був також проведений аналіз вахтової здатності секцій, матеріали якого наведені в табл. 2.1 ÷ 2.2.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.26.251-15	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1.

Найменування систем	% від участі у виробництві	Видобуток шалти за зміну (тонн)	Розподіл виробництва шалтної зміни (тонн)		Продуктивність ділянок за зміну (тонн)		
			Підготовча роботи	Розкрійні роботи	Об'єднання (підлітка)	Підготовча роботи	Розкрійні роботи
2	3	4	5	6	7	8	9
п.Сакмганська, гор - 630м							
Система під поверхового об'єднання							
Варіант з позначеними рудними шалтами на позначці під'їздно-випалювальній камері	66	2152	6,4	230,7	2214,9	10	15
варіант з відбілювальним вертикальним шарів руди на компенсаційну ціліну	30	1115	2,8	97,5	1014,7	10	15
варіант «Закрита зміна»	4	149	0,4	26,7	121,9	10	15
п.Центральна, -705 хв							
Система під поверхового об'єднання з відбілювальним пильовим свердловинами вертикальних шарів руди в затиснутому середовищі	28,87	663,66	4,33	84,83	574,3	10	10
поверхово-камерна система розробки з відбілювальними шалтантами шпурів	12,66	291	5,73	34,64	250,63	10	10
							119

2	3	4	5	6	7	8	9	10
Камерно-целикова система з обезпеченням циліндрів на камери, що знаходяться нижче.	58,47	1314,34	11,99	87	1245,35	10	10	180
ш. Артем №1. Гор. – 775м								
Варіанти системи під поверхового обезпечення з відбиванням похилих вертикальних плів руди приблизно свертсвеніи з скрепленою доставкою та аккумуляцією руди		1333,17	17,37	88,8	1227	20	35	200
Модельовані варіанти системи під поверхового обезпечення								
З доставкою руди скрепковими конвеєрами		1333,17	17,37	88,8	1227	20	35	400
З навантаженням та доставкою руди самехідними машинами ППН-2Г (ПНБ-2к) та ВС-5П		1110,93	16,33,84,1	84,1	1010,5	20	35	400
Варіант системи під поверхового обезпечення з горизонтальним випуском руди з навантаженням та доставкою комплексами самехідних машин ППН-2Г та ВС-5П		666,5	3,90	60,5	596,1	20	35	240

Таблиця 2.2. Об'єми виробництва ділянок.

№ п/п	Найменування, дата	Час зміни (година)	Продуктивність (тонн)
І. м.Артем – 1, гор. – 775м			
	І. Діл. №1, блок, гор. – 700м		
	11.07.	8÷15	140
	--:--	15÷22	245
	12.07.	23÷6.00	0
	14.07.	8÷15.00	472
	--:--	15÷22	350
	15.07.	23÷6.00	560
	--:--	8÷15.00	490
	--:--	15÷22	350
	16.07.	23÷6.00	385
	--:--	10÷15.00	315
	--:--	15÷22.00	402
	17.07.	23÷6.00	368
	--:--	8÷15.00	525
	--:--	15÷22.00	542
	18.07.	23÷6.00	858

	II. Уч.№ 12, блок 7, гор. 730м		
	11.07.	8÷15	297
	--:--	15÷22	-
	12.07.	23÷6.00	-
	14.07.	8÷15.00	140
	--:--	15÷22	210
	15.07.	23÷6.00	245
	--:--	8÷15.00	228
	--:--	15÷22	122
	16.07.	23÷6.00	453
	--:--	10÷15.00	332
	--:--	15÷22.00	332
	17.07.	23÷6.00	260
	--:--	8÷15.00	122
	--:--	15÷22.00	262
	18.07.	23÷6.00	385
	29.10.	15÷22.00	448
	30.10.	23÷6.00	480
	--:--	8÷15.00	400
	--:--	15÷22.00	424

	31.10.	23÷6.00	416
3. Блок по орту 209			
	27.10.	10÷15.00	296
	--:--	15÷22.00	440
	28.10.	23÷6.00	320
	--:--	8÷15.00	264
	--:--	15÷22.00	448
	29.10.	23÷6.00	400
	--:--	8÷15.00	480
	--:--	15÷22.00	256
	30.10.	23÷6.00	304
	--:--	8÷15.00	368
	--:--	15÷22.00	-
	31.10.	23÷6.00	496
3. ш.Центральна, гор. - 705м			
	1. Блок (кв. 7)		
	18.09.	10÷15.00	322
	--:--	15÷22.00	304
	19.09.	23÷6.00	1183
	--:--	8÷15.00	810
	--:--	15÷22.00	747

	20.09.	23÷6.00	1062
	--:--	8÷15.00	387
	--:--	15÷22.00	558
	21.09.	23÷6.00	684
	22.09.	10÷15.00	441
	--:--	15÷22.00	684
	23.09.	23÷6.00	828
	--:--	8÷15.00	414
	23.09.	15÷22.00	738
	24.09.	23÷6.00	1188
	--:--	8÷15.00	324
	25.09.	23÷6.00	495
	--:--	8÷15.00	279
	--:--	15÷22.00	792
	26.09.	23÷6.00	1008
	2. Блок (кв. 10)		
	18.09.	10÷15.00	128
	--:--	15÷22.00	64
	19.09.	23÷6.00	168
	--:--	8÷15.00	168
	--:--	15÷22.00	152

	20.09.	23÷6.00	208
	--:--	8÷15.00	40
	--:--	15÷22.00	32
	21.09.	23÷6.00	-
	22.09.	10÷15.00	112
	--:--	15÷22.00	88
	23.09.	23÷6.00	240
	--:--	8÷15.00	144
	23.09.	15÷22.00	208
	24.09.	23÷6.00	160
	--:--	8÷15.00	48
	--:--	15÷22.00	216
	25.09.	23÷6.00	168
	--:--	8÷15.00	96
	--:--	15÷22.00	160
	26.09.	23÷6.00	200
	3. Блок (кв. 16)		
	26.09.	10÷15.00	208
	--:--	15÷22.00	224
	27.09.	23÷6.00	424
	--:--	8÷15.00	208

	--:--	15÷22.00	304
	28.09.	23÷6.00	264
	1.10.	10÷15.00	160
	--:--	15÷22.00	200
	2.10.	23÷4.00	200

2.3. Висновки за розділом

1. Розроблено методику дослідження та вимірювальний комплекс обладнання, яке автоматично регулює фактичні параметри споживання електроенергії на 10 каналах одночасно. Агрегат може використовуватися в подальшому для періодичного доопрацювання норм проектування в разі зміни технології і механізації гірничих робіт.

2. Отримано емпіричну залежність для розрахунку коефіцієнтів попиту активної та повної потужності,

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.26.251-15	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розділ 3. Практична реалізація запропонованого варіанту розрахунку рівнів електричних навантажень споживачів з груповим коефіцієнтом попиту в умовах систем електропостачання підземних залізрудних підприємств

3.1. Порівняльний аналіз наведених значень потужності агрегатів представлених для розрахунку рівнів електричних навантажень споживачів з груповим коефіцієнтом попиту в умовах систем електропостачання підземних залізрудних підприємств

З порівняння наведених значень потужності агрегатів можна зробити висновок, що існуючі стандартні дані використовуються для визначення кількості необхідного обладнання виходячи із заданої потужності.

Вони відрізняються від фактичної продуктивності в зв'язку зі зміною умов гірничих робіт, підвищенням інтенсивності і продуктивності праці, від організації роботи на всіх етапах.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.26.251-15						
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дат	Розділ 3			Лім.	Лист	Листів	
Розробив	Салютін Д.Ю.										
Перевірив	Барановський В.Д.								31	8	
Реценз.								КНУ ЗЕЕМ-23ск			
Н. Контр.	Барановський В.Д.										
Затвердив	Пересунько І.І.										

Таблиця 3.1. Розрахунок навантажень різними методами по блоках і секціях

№ п/п	Найменування	Ррогр.	Срогр.	Брогр.	Г'рогр.	С'рогр.	Рфакт.	Гфакт.	Сфакт.	$\frac{P_p - P_{fp}}{P_{fp}} \cdot 100$	$\frac{P_p - P_{fp}^*}{P_{fp}^*} \cdot 100$	$\frac{P_p - P_{fp}^*}{P_{fp}^*} \cdot 100$
ш. Саксгань												
1.	Секція №2	43	38	57	37	37	28,5	37	47	21%	10,6%	9%
2.	Секція №3	191	179	262	141	141	67,8	67,7	98	173	112	28,4
3.	УПП №10	224	207	305	163	147			220			38,6
ш. Цангулатина												
1.	Секція №1	212	205	295	149	134	135	79	156	89	28	47,5
2.	Секція №2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.	Пост Тягова (1 трансформатор)	212	205	295	149	134	135	79	156	89	28	47,5
ш. Артем-1												
1.	Секція №1	87,5	82	120	87,4	87,4	83	60,6	103	16	16	-2,4
2.	Секція №2	75	75	106	76	76	78	66	102	4	5	7
3.	УПП №3	156	150	218	130	117						23,4
ш. Артем-1												
1.	Секція №1	106	84	135	93	93	75	33	92	47	42	3
2.	Секція №2	158	152	219	138	128	83	60,6	103	112	76	21
3.	УПП №3	252	224	337	188	169						312,7

Таблиця 3.2. Розрахунок навантажень різними методами по секціям і підстанціям

Мет.п	Найменування	П _{роз}	П _{рез}	П _{зг.}	Р _н	Р _{роз}	Р _{зг}	K _с	$\frac{P_{зг}}{P_{роз}}$	P _{роз}	Q _{роз}	S _{роз}
Навантаження 0,4 кВ однієї частки опрацювання поля при 75% виробуку руш												
1.	17ЛС -2СА	7	4	11	17	119	187	0,3	0,75	35,7	31,6	
2.	30ЛС -2СА	6	2	8	30	180	240	0,3	0,75	54	47,6	
3.	33ЛС -2СА	4	2	6	33	220	330	0,3	0,75	66	58	
4.	Охоронний кон-вейер ЛС-2	8	3	11	60	480	660	0,3	0,78	144	128	
5.	Виброковильний ПВШ-2	6	3	9	10	60	90	0,4	0,66	24	28	
6.	Пластинчатий кон-вейер КЛР-1А	3	3	6	30	90	180	0,5	0,75	45	40	
7.	НКР-100м	8	2	10	2,8	22,4	28	0,3	0,7	8,4	8,6	
8.	Навантажувальна машина ПМВ-2к	9	2	11	30	270	330	0,3	0,65	81	94	
9.	Вентилятор ВМС	6	2	7	14	70	98	0,6	0,8	42	32	
10.	Вентилятор ВМ-5	11	2	13	26	308	364	0,5	0,8	134	116	
11.	Освітлення									60		
	Загалом коефіцієн-та з урахування співпадення макси-муми =0,85					1949	2680			704	684	805
										598	684	

Таблиця 3.3. Значення електричних навантажень гірничого горизонту шахти «Артем-1» (гор. - 775 м) з урахуванням проектного обладнання

ш. Артем-1, УПП-5												
Секція №1	106	84	135	93	99	131	75	53	92	47	42	3
Діл. №4 бл. 47, 730м	82	84	117	87,5	87,5	121	37,8	42	71,5	63,6	73,4	-5,6
Секція №2	158	132	219	128	128	181	83	60,6	103	112	76	21
Діл. НИГРИ бл. 47 г. - 775м	42,8	35,5	55,6	24	24	34						63
Діл. №5 бл. 20, г. 7 50м	119	120,6	170	110	110	155	23,5	39,7	46	270	237	16
Блок 39, гор. - 775м	7,6	7	10	10,7	10,7	15						

3.2. Практична реалізація визначення реальних значень розрахунку рівнів електричних навантажень споживачів з груповим коефіцієнтом попиту в умовах систем електропостачання підземних залізничних підприємств

Для того щоб зменшити похибку при підборі технологічного обладнання, визначити електричні навантаження, необхідно прив'язати проект до реальних умов.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.26.251-15	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.4

Порівняння значень ТДП для підбору трансформатора

№ п/п	Підстанція	$S_{розр}$ р.	$S^*_{ро}$ зр	$K_{п}$	$S^*_{р.тр}$ $\frac{S^*_{розр.}}{K_{п}}$	$\frac{S_{розр}-S_{розр}^*}{S_{розр}^*} \cdot 100$
ш.Саксагань						
1.	УПП №10	305	200	1,1 5	194	59
ш.Центральна						
1.	п/ст. "Тягова"	295	200	1,1 5	174	69,5
ш.Артем - 1						
1.	УПП -№3	216	175	1,1 5	152	42
2.	УПП - №5	307	234	1,1 5	221	52

Таблиця 3.5

Визначення ступеня навантаження районних трансформаторів

№ п/п	Найменування	$S_{роз}$ р.	$S^*_{роз}$ р.	$S_{фак}$ т.	$S_{тра}$ нс	$\frac{S_p}{S_{тр}}$ 100	$\frac{S_p^*}{S_{тр}}$ 100	$\frac{S_{\phi}}{S_{тр}}$ 100
ш. Саксагань УПП -10								
1.	Секція №2	57,4	52	47	32	18%	16%	14,7%
2.	Секція №3	262	204	96	320	82%	84%	30%
ш. Центральна п/ст Тягова								
1.	Секція №1 (все навантаження на 1 трансформатор	295	200	136	320	92%	62,5%	48,7%
ш. Артем – 1 УПП - 3								
1.	Секція №1	120	123	103	320	37,5	37,5	32
2.	Секція №2	136	107	102	320	32	32	32
ш. Артем – 1 УПП - 5								
1.	Секція №1	135	131	92	320	42	41	28,76
2.	Секція №2	219	181	103	320	68,4	58,5	32

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.26.251-15			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				37

3.3. Висновки за розділом

Визначено характеристики добових графіків навантажень для найбільш завантажених змін та допустимі перевантаження трансформаторів. Аналіз графіків навантаження показав, що фактично використовується менше половини потужності трансформаторів, що передбачена на майданчику підстанцій,

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.26.251-15	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

Для досягнення поставленої роботи мети необхідно було виконати такі завдання:

Проаналізувати існуючі нормативні та теоретичні методи розрахунку електричних навантажень промислових підприємств і визначити межі їхньої адекватності для умов підземних залізрудних виробок.

Дослідити структуру, режими роботи та кінематичні особливості основних технологічних споживачів підземного видобутку (бурових кареток, скреперних лебідок, навантажувально-доставних машин, конвеєрних комплексів та дільничного водовідливу).

Визначити фактичні значення індивідуальних та групових коефіцієнтів попиту для різних технологічних дільниць (очисних, підготовчих, транспортних) за допомогою експериментальних вимірювань у промислових умовах.

Розробити алгоритм моделювання випадкових процесів суміщення навантажень у часі для груп електроприймачів із різною циклічністю роботи.

Обґрунтувати рекомендації щодо оптимізації потужності підземних дільничних трансформаторних підстанцій та перерізів кабельних ліній з метою зниження капітальних витрат і підвищення пожежної безпеки в шахтах.

Отже можна зробити загальні висновки:

1. На основі аналізу проведених досліджень рекомендовано метод розрахунку електричних навантажень підземних споживачів з груповим коефіцієнтом попиту, що спрощує розрахунки при проектуванні та скорочує обсяг досліджень для визначення норм проектування.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.26.251-15	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

2. Розроблено методику дослідження та вимірювальний комплекс обладнання, яке автоматично регулює фактичні параметри споживання електроенергії на 10 каналах одночасно. Агрегат може використовуватися в подальшому для періодичного доопрацювання норм проектування в разі зміни технології і механізації гірничих робіт.

3. Визначено характеристики добових графіків навантажень для найбільш завантажених змін та допустимі перевантаження трансформаторів. Аналіз графіків навантаження показав, що фактично використовується менше половини потужності трансформаторів, що передбачена на майданчику підстанцій,

4. Отримано емпіричну залежність для розрахунку коефіцієнтів попиту активної та повної потужності,

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.26.251-15	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаних джерел

1. Півняк, Г. Г., & Волошин, О. В. (2011). Електропостачання гірничих підприємств. Дніпропетровськ: НГУ.
2. Жежеленко, І. В., & Степанов, Ю. О. (2007). Методи розрахунку електричних навантажень промислових підприємств. Донецьк: ДонНТУ.
3. Синчук, О. М., & Михайленко, О. Ю. (2015). Електричні навантаження та енергоефективність гірничих ділянок залізрудних шахт. Кривий Ріг: КНУ.
4. IEEE Std 241-1990. IEEE Recommended Practice for Electric Power Systems in Commercial Buildings (Gray Book). IEEE. (Містить фундаментальні підходи до методів коефіцієнта попиту).
5. Brown, R. E. (2008). Electric Power Distribution Reliability (2nd ed.). CRC Press.
6. Lackey, J. A. (2014). Electrical Engineering in Underground Mining: Systems and Load Analysis. Springer.
7. Кудрін, Б. І. (2012). Електропостачання промислових підприємств. Москва: Інтернет Інжиніринг.
8. IEC 60364-1:2005. Low-voltage electrical installations - Part 1: Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions. International Electrotechnical Commission.
9. Volkov, A., & Spivak, O. (2017). Statistical analysis of electrical loads in underground iron ore mines. Mining Electromechanics and Automatics, 98(1), 14-21.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.26.251-15	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Shchutsky, V. I., & Babokin, G. I. (2006). Electrical Load Dynamics of Underground Mining Equipment. Moscow: Nedra.
11. Zachepa, I., & Chorny, O. (2021). Evaluation of demand factors for modern automated drilling complexes in deep mines. Electrical Engineering & Electromechanics, (3), 52-58.
12. Pivnyak, G., Volkov, A., & Shirin, L. (2014). Transportation and Power Systems in Mining Industry. CRC Press.
13. ДСТУ 3144-95. Коди та класифікація електроспоживання у промисловості. Київ: Держстандарт України.
14. Stoll, H. G. (1989). Least-Cost Electric Utility Planning. John Wiley & Sons. (Контекст оптимізації потужностей джерел).
15. Synchuk, O. M., & Kozakevych, I. A. (2018). Improving the energy efficiency of underground section substations through precise load estimation. Journal of Mining Science, 54(5), 812-819.
16. IEEE Std 141-1993. IEEE Recommended Practice for Electric Power Distribution for Industrial Plants (Red Book). IEEE.
17. Broadwater, R., & Dilek, M. (2012). Electrical load modeling and forecasting in harsh industrial environments. IEEE Transactions on Power Delivery, 27(2), 654-662.
18. Назаренко, В. М., & Хоменко, В. М. (2013). Автоматизований контроль та моделювання електроспоживання на підприємствах ГМК. Дніпропетровськ: Пороги.
19. Billings, S. A. (2013). Nonlinear System Identification: NARMAX Methods in the Time, Frequency, and Spatio-Temporal Domains. Wiley. (Для математичного моделювання випадкових процесів навантаження).

20. Радчик, І. О. (2016). Оптимізація параметрів шахтних дільничних мереж на основі уточнених графіків навантаження. Гірничий вісник, 101(2), 115-120.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.26.251-15	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		