

ВЕБІНАР
15.05.2024
15:00 - 16:30

**“СТІЙКІСТЬ МУНІЦИПАЛЬНОГО
ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ В
УМОВАХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КРИЗ”**

VISION
ZERO



ПРОГРАМА

14:50 - 15:00

Підключення учасників

15:00 - 15:05

Вступне слово організаторів:

Віктор Загреба – голова правління ГО “Vision Zero”.

Доповіді:

15:05 - 16:00

1. Ігор Маковцев – директор Департаменту транспорту та транспортної інфраструктури Дніпровської міської ради, м. Дніпро.

Тема: “Адаптація транспортної системи міста до енергетичних криз та співпраця з енергокомпанією”

2. Володимир Кобець – директор КП “Дніпровський електротранспорт”.

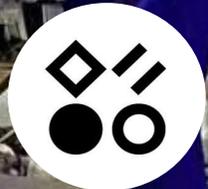
Тема: “Автономне живлення в тролейбусах та на тягових підстанціях: практика застосування”

16:00 - 16:30

Запитання та відповіді

Модераторка: Христина Міськевич

- 812 день війни в Україні;
- більше 100 ракетних та ударів БПЛА;
- 3 Blackout (18 днів у 2022; 3 дні у 2023);
- 53 дні введення режиму обмеження тягової потужності та зменшення випуску до 30-40% рухомого складу (з 22.12.2022 р. по 14.02.2023 р);
- робота в графіках віялових відключень електричної енергії.



Адаптація транспортної системи до енергетичних криз та співпраця з енергокомпаніями

Доповідач:

Заступник міського голови з питань діяльності виконавчих органів, директор департаменту транспорту та транспортної інфраструктури Дніпровської міської ради

Ігор МАКОВЦЕВ

Deputy mayor Ihor Makovtsev



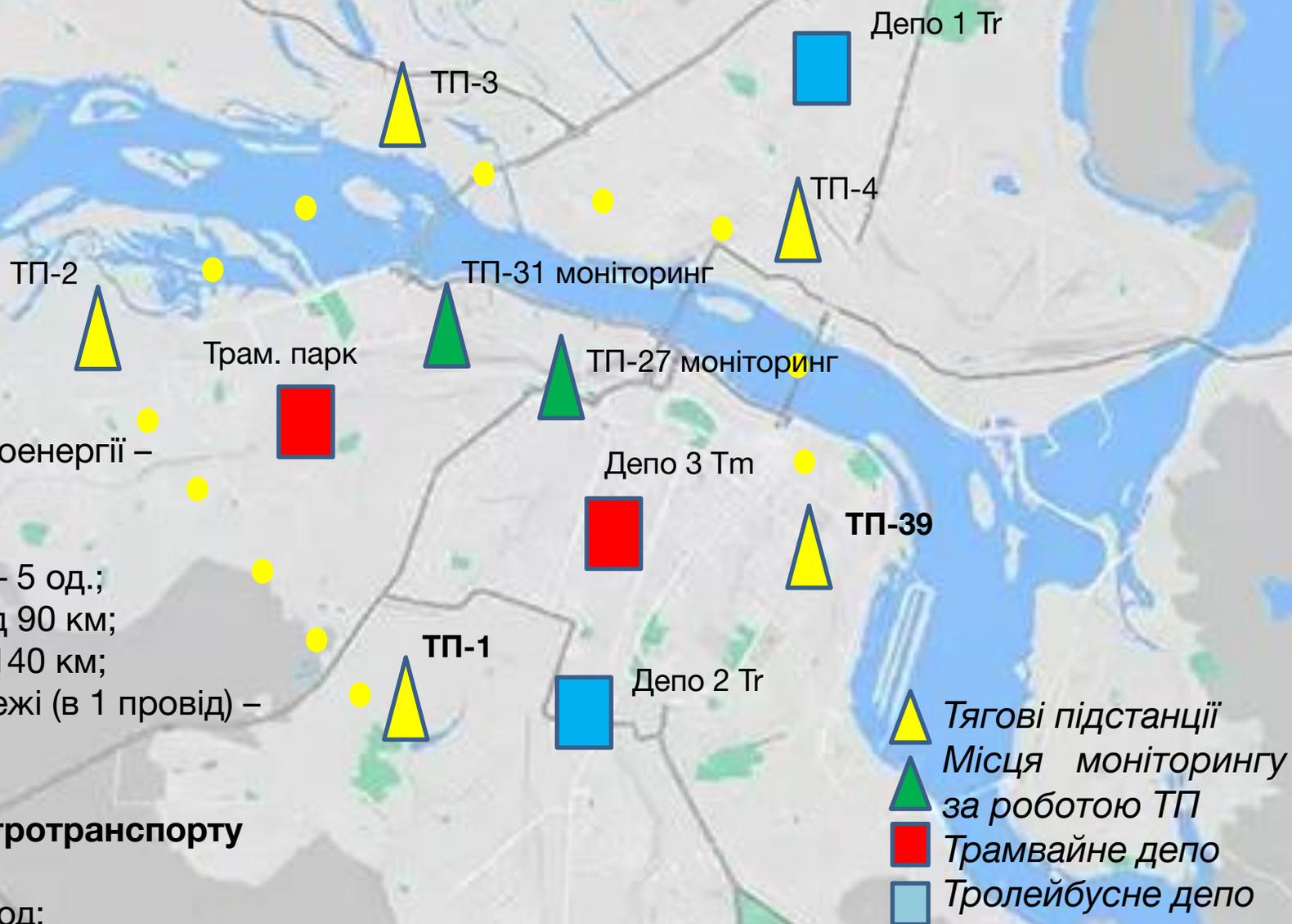
Структура електропостачання електротранспорту міста Дніпро

Об'єкти енергопостачання:

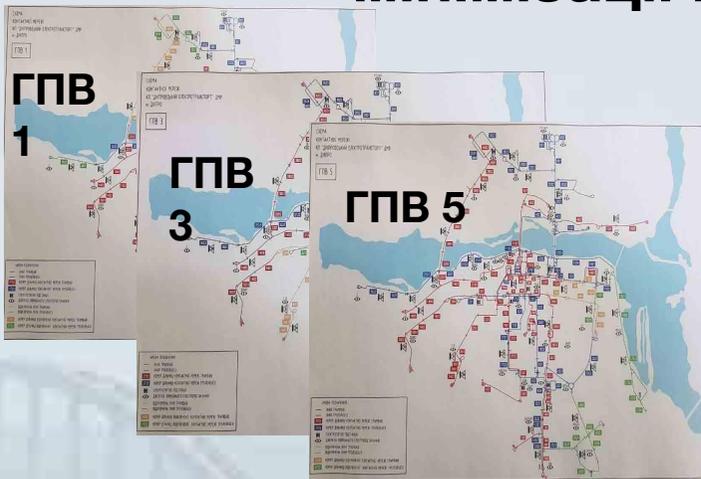
Оператори розподілу електроенергії – 2 (ДТЕК, ЦЕК);
Тягові підстанції – 39 од.;
Трансформаторні підстанції – 5 од.;
Кабельні лінії 6/10 кВ – понад 90 км;
Кабельні лінії 600 В – понад 140 км;
Протяжність контактної мережі (в 1 провід) – понад 697 км.

Середнє споживання електротранспорту за добу 120 МВт*год, з них:

Тягова потужність 108 МВт*год;
Технологічна потужність по депо близько 12 МВт*год;
Середнє споживання одиниці трамвая або тролейбуса – 2,5-2,7 кВт/км.

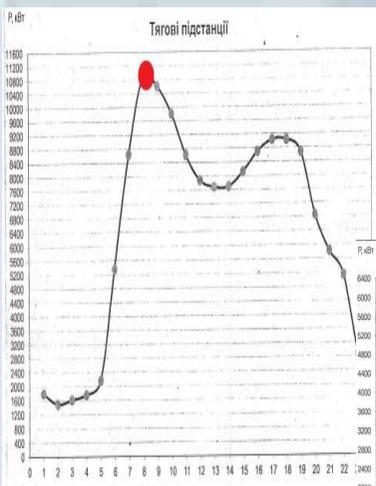


Напрямки співпраці з енергокомпаніями для мінімізації наслідків енергетичних криз

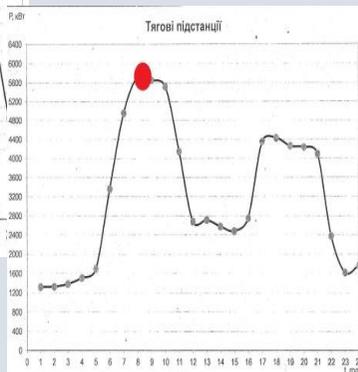


1. Опрацювання сценаріїв роботи електротранспорту під час введення графіків погодинних відключень (ГПВ).
2. Опрацювання варіантів роботи електротранспорту під час введення погодинних обмежень електроенергії.
3. Своєчасне отримання інформації від Енергодиспетчерів енергокомпаній від диспетчерських служб оператора системи розподілу з метою злагоджених дій для виводу рухомого складу з уклонів, перехресть, мостів, віадуків тощо.
4. За допомогою Автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ) - контроль навантаження по підприємству та оперативне реагування на команди оператора системи розподілу щодо обмежень потужностей.

100%



50%

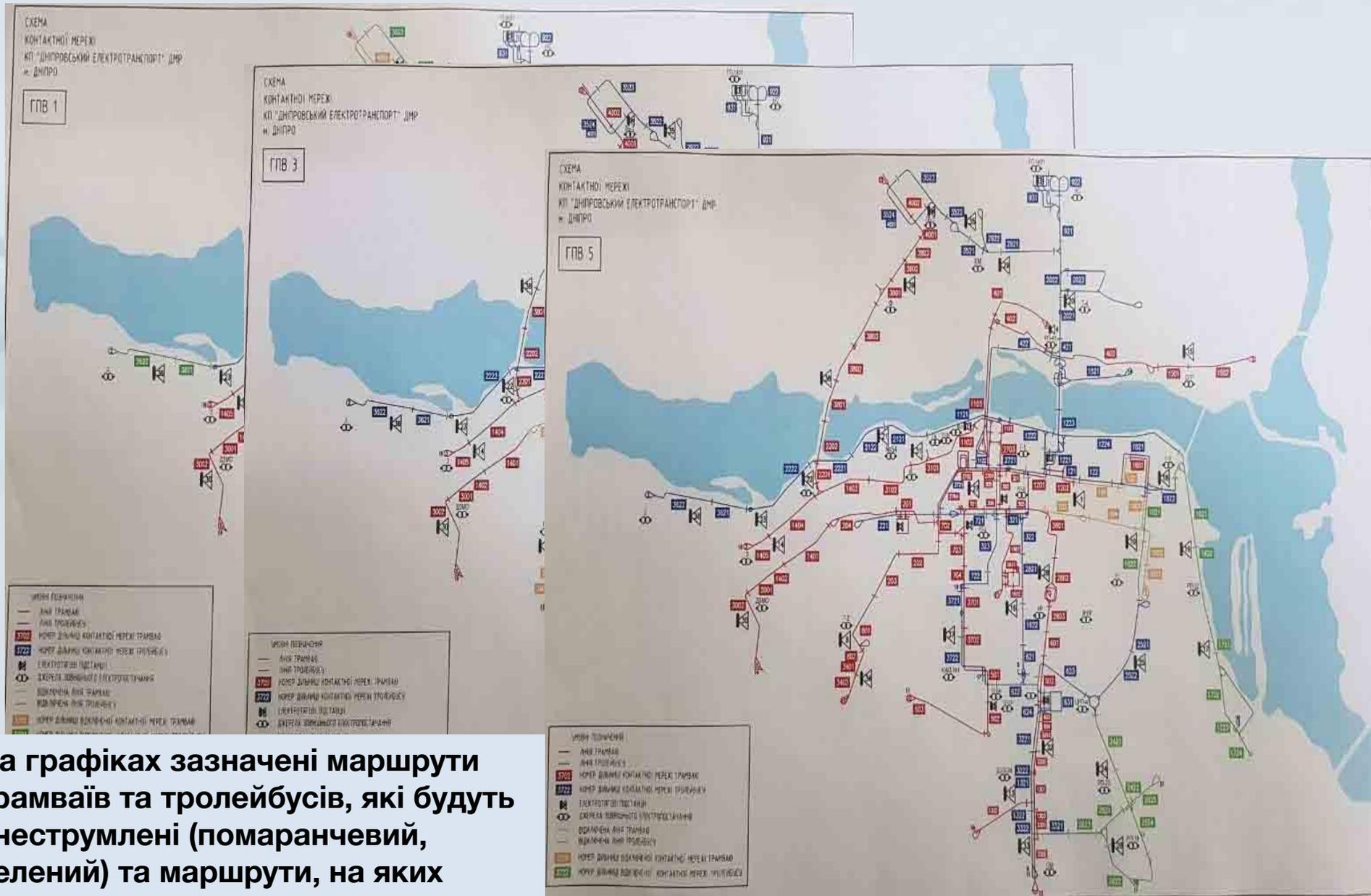


Оперативно-технічні заходи мінімізації наслідків енергетичних криз

1. Встановлення на Тягових підстанціях:
 - шаф власних потреб (ШВП) з резервними джерелами живлення;
 - резервування системи телемеханіки та дистанційного управління «ЛОЗА» двома резервними каналами.
2. Організація зв'язку та мережі Інтернет за технологією пасивної оптичної мережі GPON.
3. Організація службового радіозв'язку.
4. Забезпечення підрозділів автономними джерелами живлення.
5. Забезпечення спец. технікою та спец. обладнання для оперативної евакуації рухомого складу.
6. Опрацювання питань пов'язаних з зупинкою підприємства під час blackout (переведення працівників в режим «простій», охорона трамваїв та тролейбусів).



Графіки погодинних відключень та відповідні варіанти руху електротранспорту



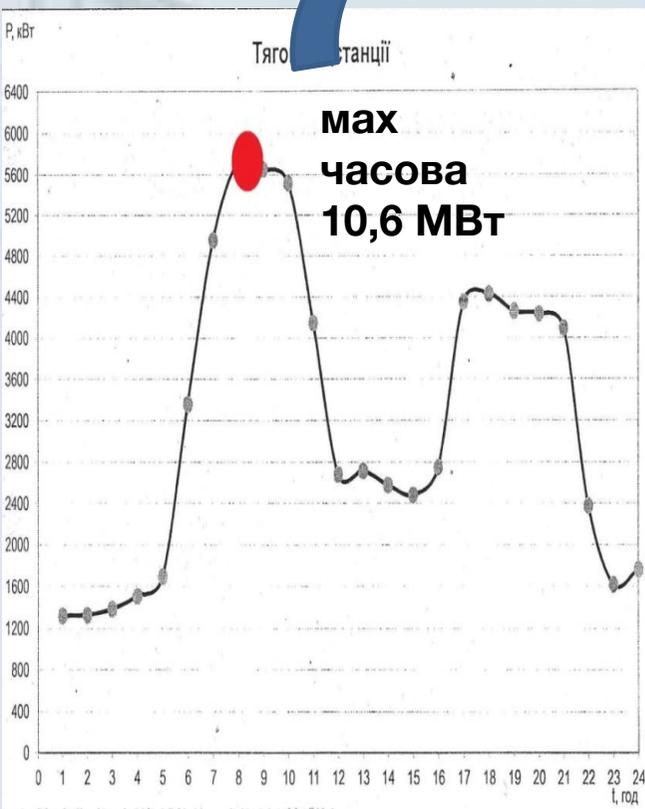
На графіках зазначені маршрути трамваїв та тролейбусів, які будуть знеструмлені (помаранчевий, зелений) та маршрути, на яких можливо здійснювати рух (червоний, синій).



Опрацювання варіантів роботи електротранспорту під час введення погодинних обмежень електроенергії

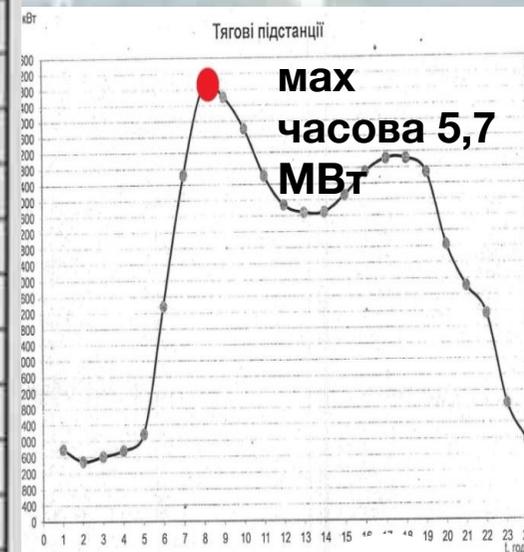
Кількість рухомого складу по маршрутам при обмеженні потужності енергопостачання

100% рухомого складу



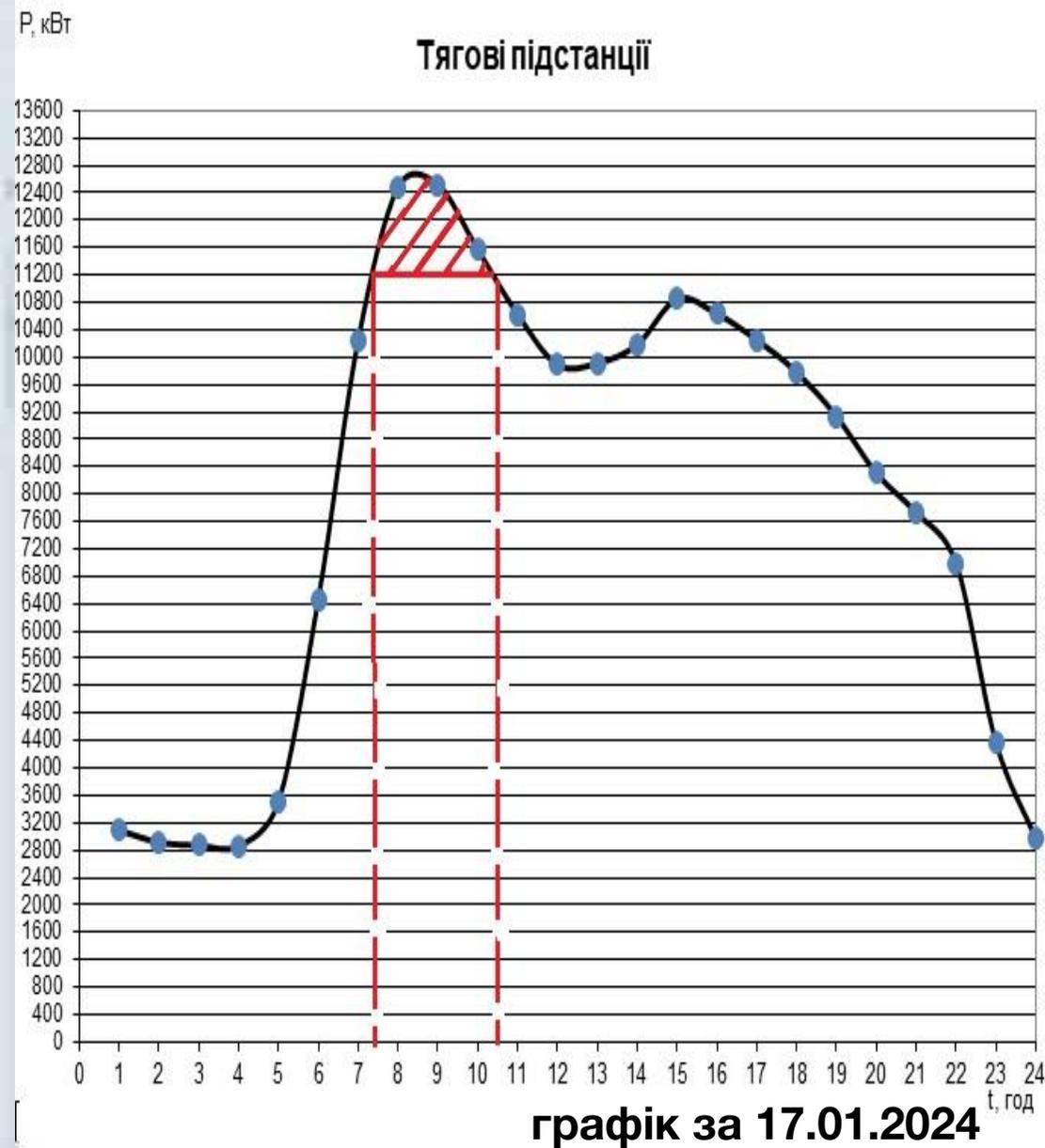
		9МВт		7МВт		4МВт		3МВт			
		10,5МВт		8,5МВт		5,5МВт		4МВт			
№/м маршруту	чис рейсу (хв.)	існуючі		-17%		-53%		-66%			
		кількість графіків	кількість р/с	кількість графіків	кількість р/с	кількість графіків	кількість р/с	середній інтервал	кількість графіків	кількість р/с	середній інтервал
ДЕПО 1											
2	77	7	7	6	6	3	3	27	2	2	39
3	72	6	6	5	5	3	3	24	3	3	24
4	78	1	1	1	1	1	1				
6	110	4	4	3	3	3	3	19	3	3	28
7	60	3	3	3	3	1	1	60	2	2	30
10	54	4	4	3	3	2	2	27			
12	77	6	6	5	5	4	4	20	2	2	39
14	36	3	3	3	3	1	1	36	1	1	36
15	60	1	1	1	1						
17	66	3	3	3	3	2	2	33	1	1	66
20	83	10	10	8	8	5	5	17	4	4	21
Всього:		48	48	41	41	25	25		18	18	

53% рухомого складу



Моніторинг споживання електроенергії для коригування навантаження в умовах дефіциту електроенергії

Аналіз споживання потужності за добу та період часу (червона зона) перевищення лімітів. Для подальшого коригування.



Активне навантаження:

1. Максимальне навантаження в години контролю максимуму ОЕС України:

$P_{\text{макс, ранок}}$ – 12 519 кВт

$P_{\text{макс, вечір}}$ – 9 780 кВт

2. Мінімальне активне навантаження протягом доби ($P_{\text{мін}}$) – 2 862 кВт

3. Споживання активної електроенергії за добу ($W_{\text{доб}}$) – 190 165 кВт*год

4. Середньодобове навантаження ($P_{\text{сер}} = W_{\text{доб}}/24$) – 7 924 кВт

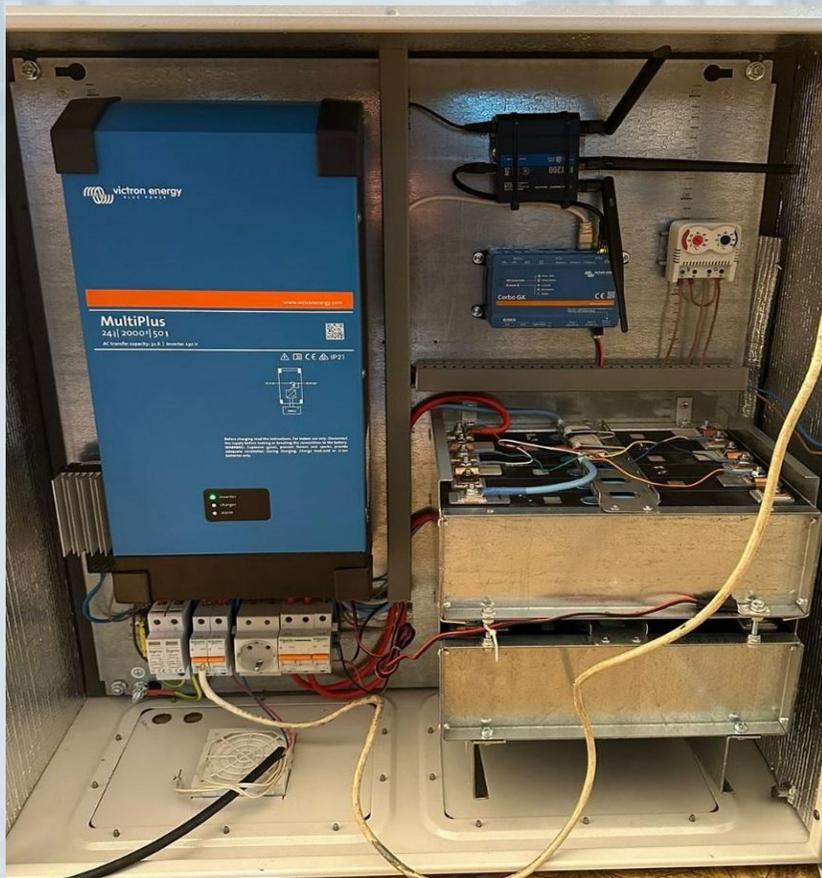


Організація безперебійного живлення світлофорних об'єктів

В місті Дніпро на 13 світлофорних об'єктах (з найбільшим трафіком руху) встановлено обладнання для безперебійного живлення.

Потужність обладнання дозволяє працювати світлофорному об'єкту, за умови відсутності зовнішнього живлення протягом 5-6 годин до 20% розряду.

Час, потрібний для повного заряду обладнання, складає 4-4,5 години.



Комплекти безперебійного живлення світлофора



Основні характеристики шаф безперебійного живлення світлофорного об'єкту

Шафа виконана в герметичному металевому корпусі, оснащена системою вентиляції.

Монтується на металевий фундамент або на опорі. Маса близько 100 кг.

Шафа автоматично переходить на електроживлення світлофорного об'єкту від АКБ при відсутності зовнішнього електроживлення за час не більший 20мс.

Джерело безперебійного живлення літій-ферум-фосфат (LiFePO₄) АКБ.

Перетворювач напруги перетворює напругу постійного струму АКБ 12 В або 24В до стандартної напруги змінного струму 220В 50 Гц +10%-15%.

Система моніторингу та сигналізації:

- моніторинг стану електроживлення шафи, стану резервних АКБ, датчиків відкриття шафи і температури, споживаної потужності, часу роботи від АКБ і залишку часу роботи від АКБ за умови подальшої відсутності зовнішнього живлення з урахуванням споживаної потужності;
- виключення несанкціонованого доступу до обладнання;
- передача на пульт диспетчера управління світлофорними об'єктами сигналу тривоги у випадку несанкціонованого доступу до обладнання.



Організація радіомережі



Оперативна евакуація рухомого складу



Забезпечення засобами спеціальної техніки для оперативної евакуації рухомого складу (трамваїв та тролейбусів).



Оснащення спеціальної техніки спеціальними зчіпними пристроями (жорсткими або гнучкими, для всіх видів транспорту), для буксирування відповідно вимог ПДР України.



Укомплектування кожної евакуаційної одиниці співробітником здійснює зчіплення.

Організація заходів щодо забезпечення водіїв теплими речами, гарячим харчуванням, які можуть знаходитися в рухомому складі до його евакуації в депо.

Пріоритети евакуації - мости, віадук, перехрестя, ухили (підйоми), вузькі вулиці.



Автономне живлення в тролейбусах та на тягових підстанціях: практика застосування

Доповідач:

Директор КП «Дніпровський електротранспорт»
Дніпровської міської ради
Володимир КОБЕЦЬ

Director MC «Dnipro electrotransport»
Volodymyr Kobets



Кількісний склад електротранспорту



185

тролейбусів, з
них 49 з АХ
(27%)

21 маршрут
Довжиною 395 км
(Створення 07.11.1947 р.)

**Протяжність
контактної
мережі (в 1 провід) –
понад 626 км**



254

трамваїв

13 маршрутів
Довжиною 250 км
(Створення 14.06.1897 р.)

**Довжина
трамвайної колії –
понад 172 км**

39

Тягових підстанцій



5

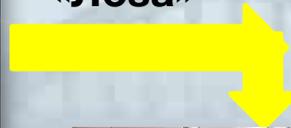
**Трансформаторних
підстанцій**



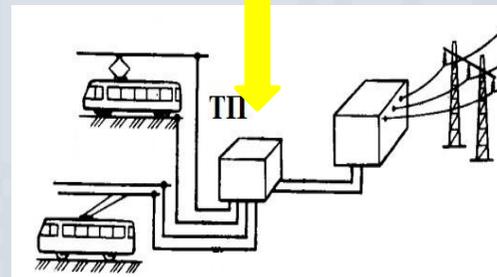
Шафа власних потреб (ШВП) з резервним живленням

Використовується на акумуляторних батареях для резервування живлення системи телекерування та сигналізації, аварійного освітлення, при відсутності зовнішнього електропостачання.

Телеуправління «Лоза»



Керування ТП



Основні характеристики:

Час автономної роботи:

- 6 годин при здійсненні переключень;
- 10 год. в режимі очікування.

Акумуляторні батареї герметичні необслуговувані 12 В 65 Ah – 17 шт.

Напруга на вводі, фаза та частота 380В / 3 фази / 50 Гц.

Напруга на виході шафи ШВП = 220В та ~ 220В.

Вихідний струм ШВП 40А.

Можливість підключення до 25 споживачів навантаження.

ШВП



Тролейбуси з автономним ходом

На підприємстві експлуатуються три типи тролейбусів з автономним ходом (АХ), на яких використовуються три різні типи джерел живлення:

- кислотні (свинцеві) акумулятори (до 1 км);
- Li-Ion акумулятори (до 20 км);
- суперконденсатори (іоністори).

Експлуатаційні характеристики

Тип тролейбусів	Джерело живлення	Запас ходу, км	Кіл-сть, од.	Рік введення в експл.	Середній пробіг од. за період експл., км	Вартість за од., євро	Примітка
ДНІПРО Т203	Li-Ion	до 20	2	2017	250 000	256 470	У 2023р. (6 років) проведена заміна АКБ
АКСМ 32100D	Іоністори	до 12	12	2019-2020	170 000	360 900	Експлуатація без зауважень
ДНІПРО Т203	Кислотні АКБ	до 1	33	2018	200 000	215 700	Проведена модернізація 12 од. та проводиться модернізація ще 12 од. АХ збільшено з 1км до 4 км без пасажирів і до 2,5 км з пасажирами по маршруту.
Всього, од.			47				

Тролейбуси з автономним ходом

Тролейбуси з автономним ходом до 20 км на літій-іонному (Li-Ion) АКБ



Тип кузова	ДНІПРО-Т203
Тяговий двигун, потужністю кВт	180 кВт
Відстань максимального автономного ходу, км (з вкл системою кондиціювання або опалення)	Не менше 15 км
Тип АКБ (ємність, А-год.)	LiFePo4, 100 Ah
Розробник	GML, США
Виробник	GML, Гонконг
Час заряду АКБ до 100% від контактної мережі після автономного ходу 15 км	60 хв. при напрузі 550В
Середній струм зарядки, А	50 А
Напруга зарядки секцій АКБ	550 В +- 50В
Кількість акумуляторних батарей в секції	160 шт.
Маса одного АКБ	3,6 кг
Напруга одного АКБ	3,2
Виробник перетворювача автономного ходу	InformBusiness, Молдова



Тролейбуси АКСМ-32100D з автономним ходом до 12 км на суперконденсаторах (іоністорах)



Тролейбус АКСМ-32100D, особливості:

- джерело живлення (система суперконденсаторів);
- зарядні станції на кінцевих зупинках;
- режим швидкої підзарядки накопичувача енергії на кінцевих зупиночних пунктах;
- режим динамічної підзарядки під час руху від бортового зарядного пристрою від контактної мережі.

Експлуатаційні характеристики

Пасажиromісткість (кількість місць для сидіння)	95 / 25
Маса спорядженого транспортного засобу	12 540 кг
Технічно допустима максимальна вага з грузом	19 000 кг
Максимальна габаритна довжина (з опущеними штангами), мм	12 440
Пристрій накопичення енергії:	система суперконденсаторів
Батарейний модуль	S585V29-K11
Діапазон номінальних робочих напруг, В	403 - 576
Запас енергії, кВт/ч	22,3
Тяговий двигун асинхронного типу, потужністю, кВт	180
Блок управління двигуном транзисторно-імпульсний з рекуперацією	+
Автономний хід, км	12
Час повної підзарядки:	
- зарядна станція, хв.	6-8
- під контактною мережею, хв.	20

Суперконденсатор (іоністор)



Інноваційна система накопичення енергії.

Суперконденсатор типу S585V29-K11.

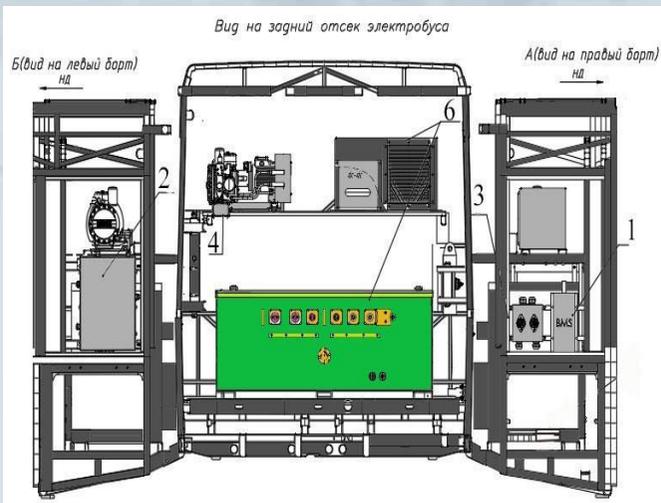
Виробник AOWEI (Китай).

Запас енергії зазначеної моделі – 22,3 кВт*год.

Забезпечує автономний хід не менше – 12 км.

Зарядження здійснюється:

1. Під час руху від бортового зарядного пристрою від контактної мережі,
2. Від зарядної станції на кінцевих зупиночних пунктах:
 - за допомогою струмоприймачів;
 - через зарядну розетку від мережі змінного струму 380В.



- 1 – BMS (електронний блок управління);
- 2 – Ящик БКС-2 та блок запобіжників;
- 3 – Розмикачі;
- 4 – Блок фільтра;
- 5 – Розетка зарядна;
- 6 – Система автономного ходу.

Переваги суперконденсатора від літій-іонного АКБ:

- швидка підзарядка (8-10 хв.);
- динамічна зарядка під контактною мережею (до 30 хв.);
- виїзд на автономному ходу незалежно від відсотку залишкового заряду;
- не залежить від зовнішньої температури;
- 100% рекуперація на заряд суперконденсатора;
- більший термін експлуатації (15 років);
- вибухозахищений корпус, всередині передбачено азотний захист;
- має вбудований інтерфейс для налаштування (зміни) параметрів системи суперконденсатора, перегляд кодів помилок за допомогою діагностичного обладнання;
- моніторинг параметрів та стану зарядки іоністорів у блоці суперконденсатора, їх температури тощо.



Зарядна станція

Забезпечує швидку зарядку суперконденсатора від промислової мережі змінного струму 380 В.

Шафа виконана в герметичному корпусі, складається з двох відсіків: відсік вводу 0,4 кВ та відсік захисту і автоматики.

Відсік захисту та автоматики забезпечує:

- перетворення змінного струму 380В, 3 фази в постійний 600В;
- регулювання вихідного струму підзарядки;
- апаратно-програмний комплекс дистанційно контролює основні параметри станції та передає по мережі Інтернет.

Зарядка здійснюється на ділянці контактної мережі, яка облаштована біля зарядної станції.

Основні характеристики зарядної станції

Повна вага станції	2350 кг
Температурний режим роботи, від	-40 °С до +55 °С
Параметри живлення станції	~0,4 кВ / 3 фази
Частота мережі	50 Гц
Діапазон вихідного зарядного струму та напруги: <ul style="list-style-type: none">- Струм зарядки, керований- Напруга постійного струму	Від 260 до 280 А Від 550 до 600 В
Управління станції	Автоматичне
Ступінь захисту	IP55



Тролейбуси з «малим» автономним ходом

За рахунок кредитних коштів ЄБРР протягом 2019-2020 р.р. придбано 33 од. тролейбусів ДНІПРО Т-203 з малим автономним ходом з пробігом до 1000 м. для об'їзду перешкод.

Тролейбуси добре зарекомендували, досвід експлуатації в період відключення електроенергії потребував провести модернізацію системи живлення і збільшити пробіг автономного ходу.



Модернізація проведена шляхом:

- заміни лужних кислотних АКБ (ємністю 120 А/ч) на сучасні Lit-Ion акумулятори;
- встановлення нової системи управління, що забезпечує контроль стану АКБ, захист від перезаряду та розряду;
- система управління підключена до системи моніторингу, що дозволяє дистанційно контролювати стан АКБ;
- запас автономного ходу збільшився до 2,5 км з пасажирами та до 4 км без пасажирів;
- проведена модернізація 12 од. та додатково проводиться модернізація 12 од.





Дякую за увагу!





ЗАПИТАННЯ & ВІДПОВІДІ



VISION
ZERO

