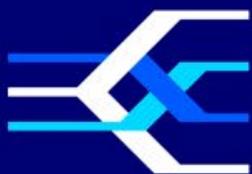


# Исследование применения сетей 20кв. Их преимущества и особенности

Мусаев Руслан Нургелдиевич  
Технический директор  
ООО «Группа ЭНЭЛТ»

2023 / 5–6 июля



Москва / Конгресс-центр ЦМТ

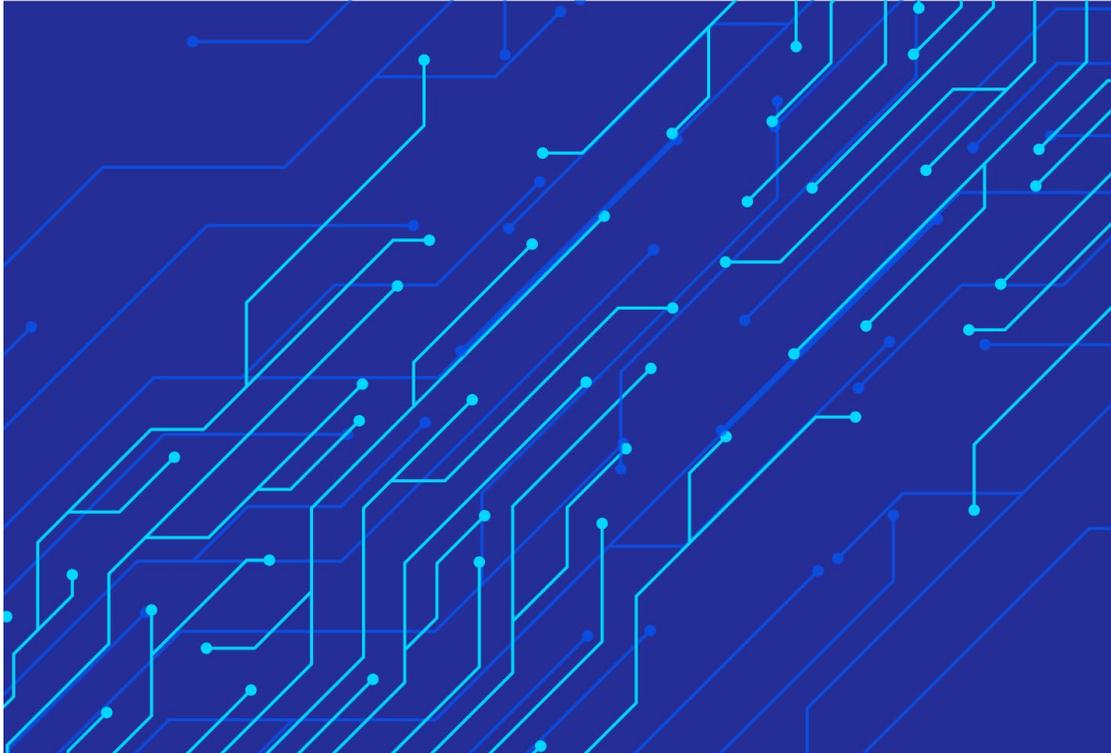
VIII Международная  
научно-техническая конференция

«Развитие и повышение надежности  
распределительных электрических сетей»

ОРГАНИЗАТОРЫ



# Анализ состояния действующих распределительных сетей 6-35 кВ



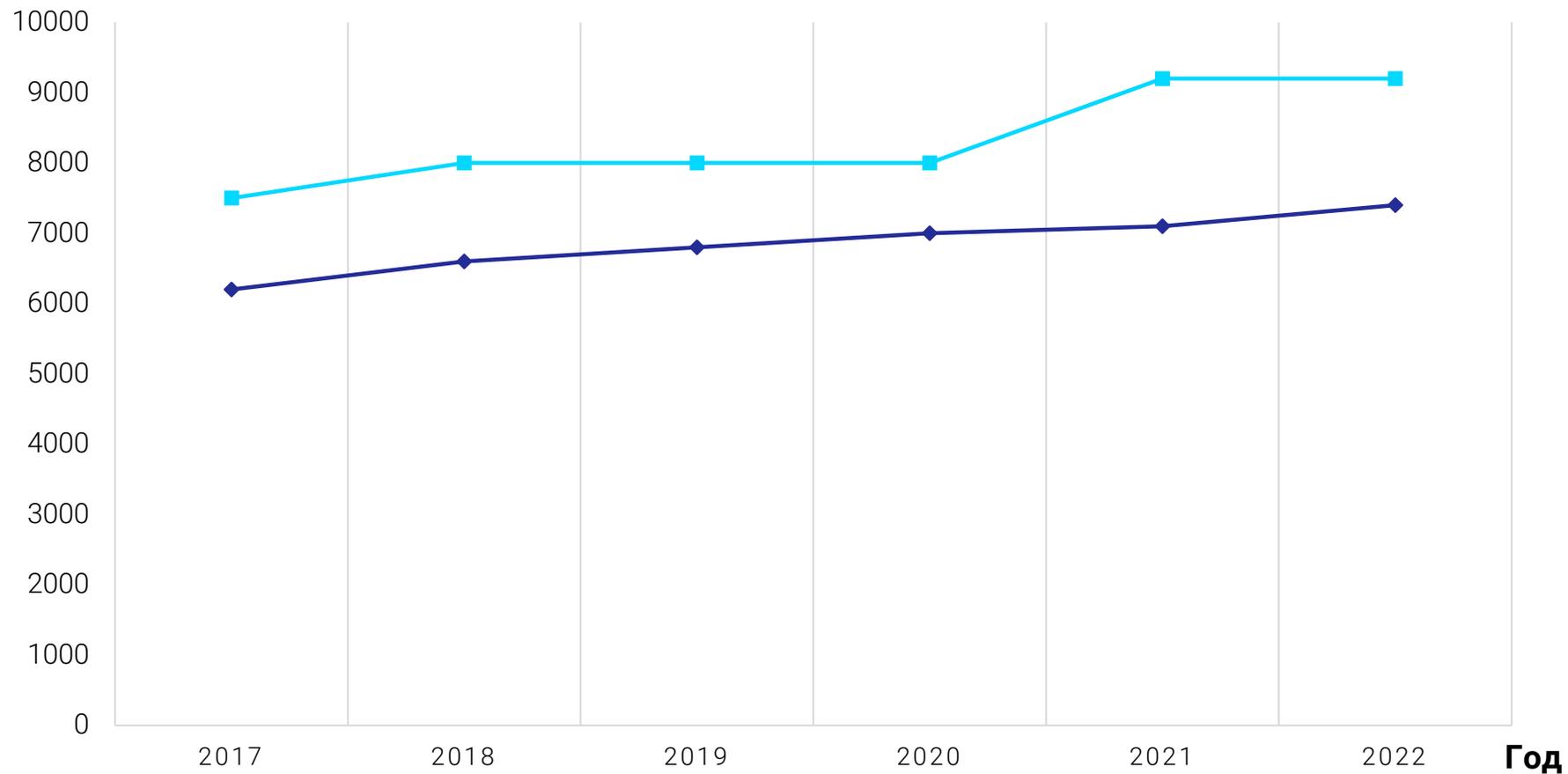
**К настоящему времени около 30% воздушных линий и трансформаторных подстанций отработали свой нормативный срок.**

В распределительных сетях имеет место рост абсолютных и относительных потерь электрической энергии. В распределительных сетях в связи с развитием электрификации происходит закономерное изменение (в сторону увеличения) напряжения распределительных сетей.

# График изменения нагрузки и генерации в 2017–2022 гг

Мощность, МВт

◆ Нагрузка    ■ Генерация



# I. Исследование сетей 20кв



## **Использование напряжения 20кВ**

позволяет не только уменьшить потери в линиях, но и увеличить радиус действия распределительных сетей и ведёт к уменьшению числа трансформаций.

## **Например,**

вместо напряжений **110/35/10/0.4кВ** использовать систему **110/20/0.4кВ**

## Таблица типов напряжений по мощности и длине

Напряжение, кВ	Допустимая мощность, МВт	Наибольшая допустимая длина
(6) 10	2.1	5
20	7.5	8
35	9.3	20

# Основные преимущества сетей 20кВ по сравнению с классами:

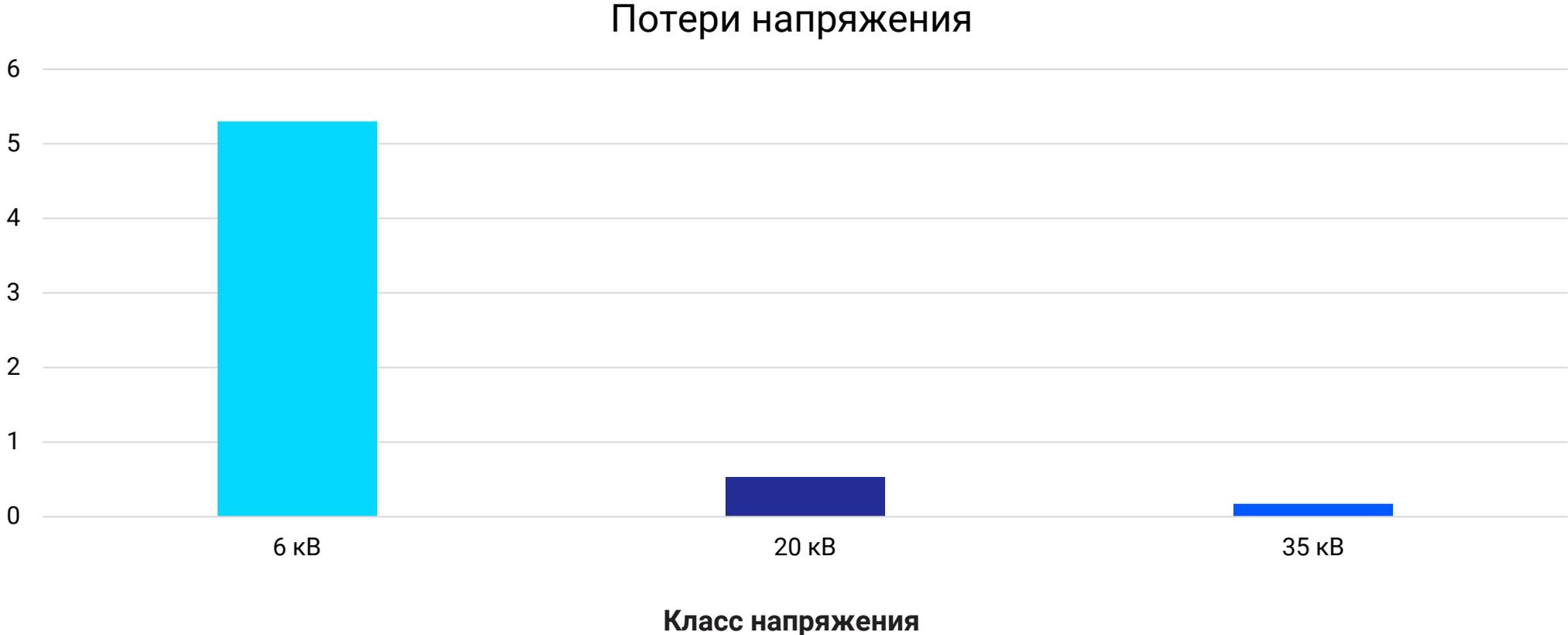
## 6 – 10 кВ

- Большая пропускная мощность
- Увеличение вдвое радиуса обслуживания подстанций
- Сокращение числа крупных проходных подстанций
- Уменьшение энергопотерь

## 35 кВ

- меньшая стоимость прокладки линий, сопоставимая со стоимостью прокладки сетей 6 – 10 Кв
- меньшая по площади охранная зона (снижение затрат на вырубку леса)
- Требования к эксплуатации линий 20 кВ не отличаются от требований к эксплуатации линий 6 – 10 кВ

# Потери напряжения в линии для сталеалюминиевого провода



## II. Формирование математической модели затрат при проектировании и реконструкции распределительной сети



**В задачах энергетики оптимизация —**

это стремление математически выразить и сформулировать наилучшие по тем или и иным соображениям условия работы системы, представив их в виде некоторой целевой функции, для которой математическими методами можно найти экстремум.

При одноцелевой оптимизации целевой функцией является функция приведённых затрат – экономический критерий для статической системы:



$$Z = E \times K + I \rightarrow \min$$

Где,

**К, И** – соответственно капиталовложения и годовые издержки варианта статического объекта;

**Е** – коэффициент сравнительной эффективности капиталовложений, под **Е** понимают норму наименьшей эффективности капиталовложений.

### III. ТЭО оптимального выбора развития распределительной сети



- Рассчитан критерий минимума потерь активной энергии
- Рассчитан критерий минимума потерь электрической энергии
- Рассчитан критерий минимума приведённых затрат

# Суммарные потери активной мощности при естественном и экономическом потокораспределении мощности

	Суммарные потери активной мощности
При размыкании схемы в точке потоко раздела естественного потоко распределения	487,3
При размыкании схемы в точке потоко раздела экономического потоко распределения	459,5
В замкнутой сети	459

## Минимум суммарных потерь активной мощности

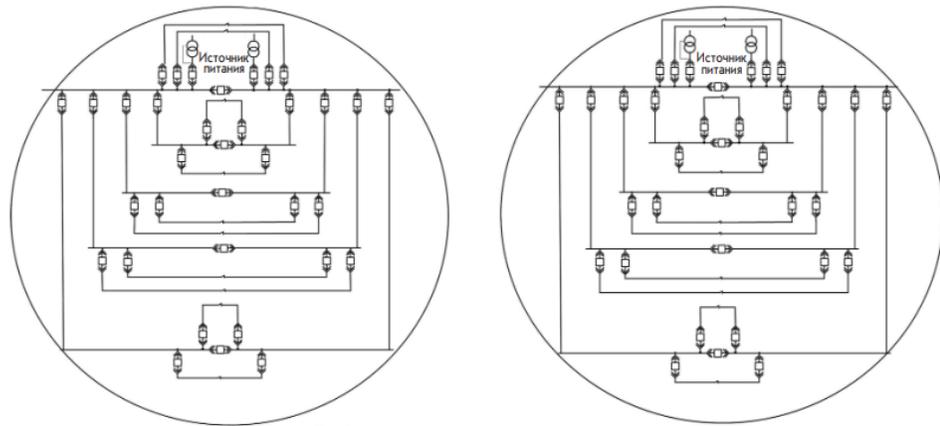
$$\Delta P_{\Sigma} = \Delta P_w + \Delta P_T + \delta P_k = \frac{P^2 + (Q - Q_k)^2}{U^2} \times R_T + \frac{P^2 + (Q - Q_k)^2}{U^2} \times R_T + q_k \times Q_k \rightarrow \min.$$

## Критерий минимума приведенных затрат

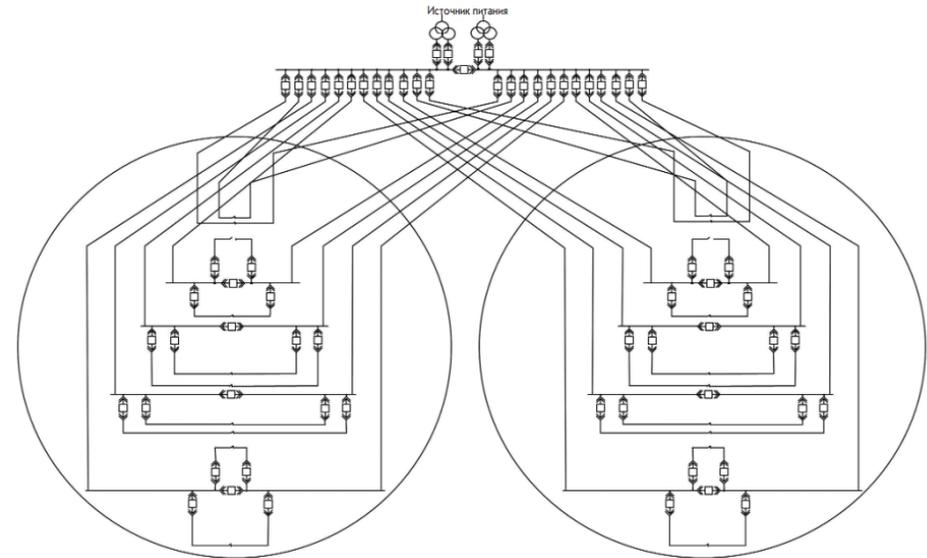
$$Z = \left( E + \frac{\alpha_{\Sigma}}{100} \right) z_k \times Q_k + \frac{P_{нб}^2 + (Q - Q_k)^2}{U^2} \times R_{\Sigma} \times \tau \times C_0 + q_k \times Q_k \times T \times C_0$$

# Оценка целесообразности использования напряжения 20кВ на примере Модели городской электрической сети г. Казань

На каждой подстанции 110/10кВ установлены по два трансформатора



Этот же фрагмент, но запитанный напряжением 20кВ



## Исследование чувствительности изменения дисконтированных издержек к изменению времени наибольших нагрузок

U, кВ	Дисконтированные издержки, тыс.руб		
10	T <sub>нб</sub> = 2 500 ч	T <sub>нб</sub> = 5 000 ч	T <sub>нб</sub> = 7 000 ч
20	1072118,259	1111043,668	1149237,033
Δ, %	1071814,824	1102783,043	1133254,006
	0,02	0,74	1,41

## Исследование чувствительности изменения дисконтированных издержек к изменению стоимости электроэнергии

U, кВ	Дисконтированные издержки, тыс.руб					
10	C = 2,28626 руб / кВт*ч	C = 2,58566 руб / кВт*ч	C = 2,78626 руб / кВт*ч	C = 3,08566 руб / кВт*ч	C = 3,28626 руб / кВт*ч	C = 3,58566 руб / кВт*ч
20	1111043,668		1128977,877		1146678,123	
Δ, %	1102783,043		1118456,709		1133668,597	
	0,74		0,94		1,14	

## Исследование чувствительности изменения дисконтированных издержек к изменению стоимости трансформаторов и ячеек с выключателями на 20 кВ

U, кВ	Дисконтированные издержки, тыс.руб		
10	Текущие цены	Ниже на 5%	Ниже на 10%
20	1111043,668	1111043,668	1111043,668
Δ, %	1102783,043	1039132,332	1029116,685
	0,74	6,9	7,96

# Спасибо за внимание!

## КОНТАКТЫ

ООО «ГРУППА ЭНЭЛТ»

Адрес: 111020, Москва, 2-я Синичкина,  
9А стр.7, БЦ Саница Плаза

Тел: +7 (495) 287-33-88

E-mail: [info@enelt.com](mailto:info@enelt.com)

