



НГТУ
НЭТИ



РОССЕТИ
НОВОСИБИРСК

IV Всероссийская научно-практическая конференция
«Режимы нейтрали. Ограничение перенапряжений.
Релейная защита и автоматика. 2025»
15-17 апреля 2025 года, г. Новосибирск

Решение проблем качества электрической энергии в сетях электроснабжения 0,4 кВ любого назначения

Ирина Клавсуц

канд. техн. наук, доцент НГТУ-НЭТИ,
директор по инновационному развитию
и внешнеэкономической деятельности
НПП ООО «АВЭК», г. Новосибирск, Россия
<https://ciu.nstu.ru/kaf/persons/1323/about>

Александр Клавсуц

Технический директор
НПП ООО «АВЭК»
г. Новосибирск, Россия
www.normel.ru



+ 7(903) 932-02-80

ТЕХНОЛОГИЯ НОРМАЛИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Цифровые интеллектуальные устройства управления потреблением электроэнергии и защиты электрооборудования – нормализаторы напряжения для сетей 0,4 кВ мощностью от 15 кВА до 800 кВА, серийно производимые под торговой маркой Российской Федерации

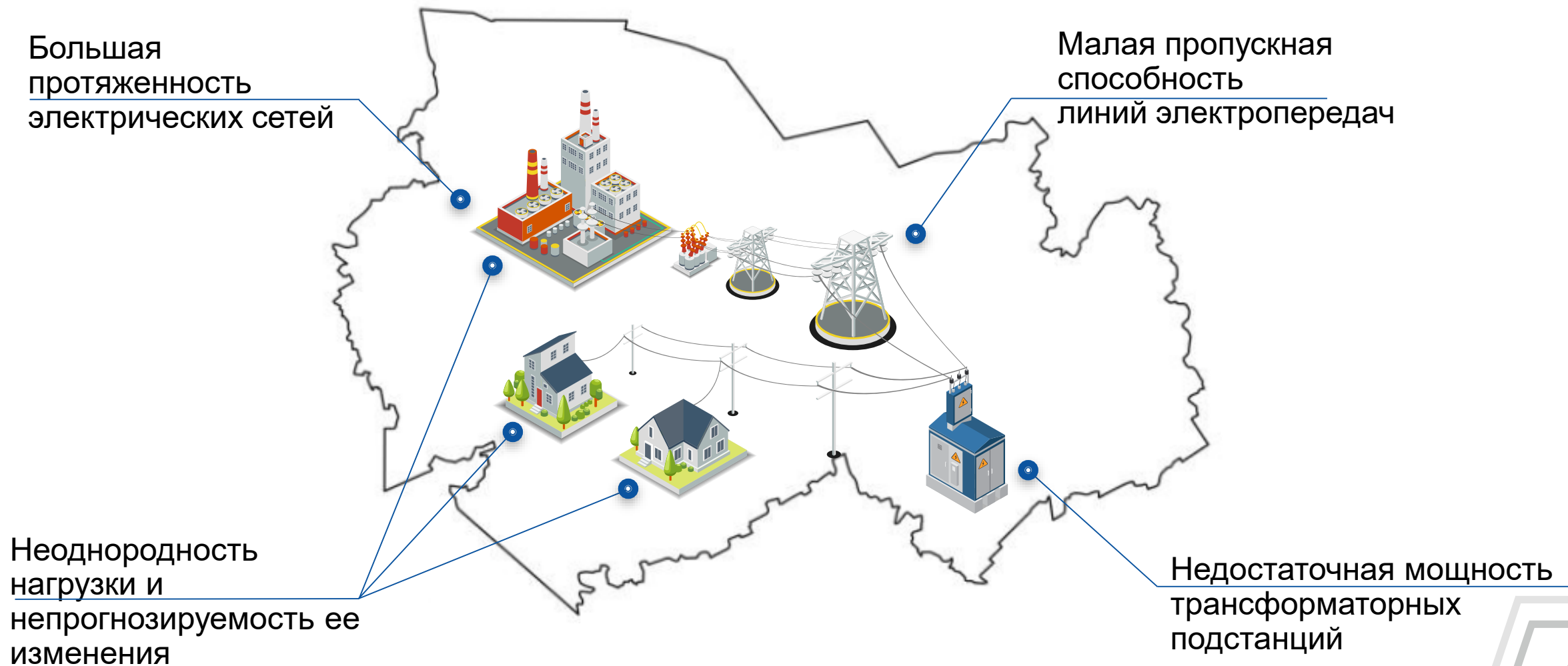
NORMEL™®©



ОТЕЧЕСТВЕННАЯ РАЗРАБОТКА, запатентованная в 38 странах мира, являющаяся технологической основой как традиционных электрических сетей и систем, так и современных электроэнергетических систем жизнеобеспечения, таких как: «ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ», «УМНЫЕ ДОМА», «УМНЫЕ ГОРОДА».

НЕ ИМЕЕТ ОТДАЛЕННЫХ АНАЛОГОВ В МИРЕ.

Сетевые компании при поставке электроэнергии потребителям сталкиваются со следующими проблемами



При решении вопроса изменения конфигурации электрических сетей у сетевых компаний возникают трудности

Зачастую выполнить оперативно реконструкцию сетевого объекта затруднительно



Значительные финансовые затраты



Длительное проведение работ



Нужна замена трансформаторных подстанций на большую мощность

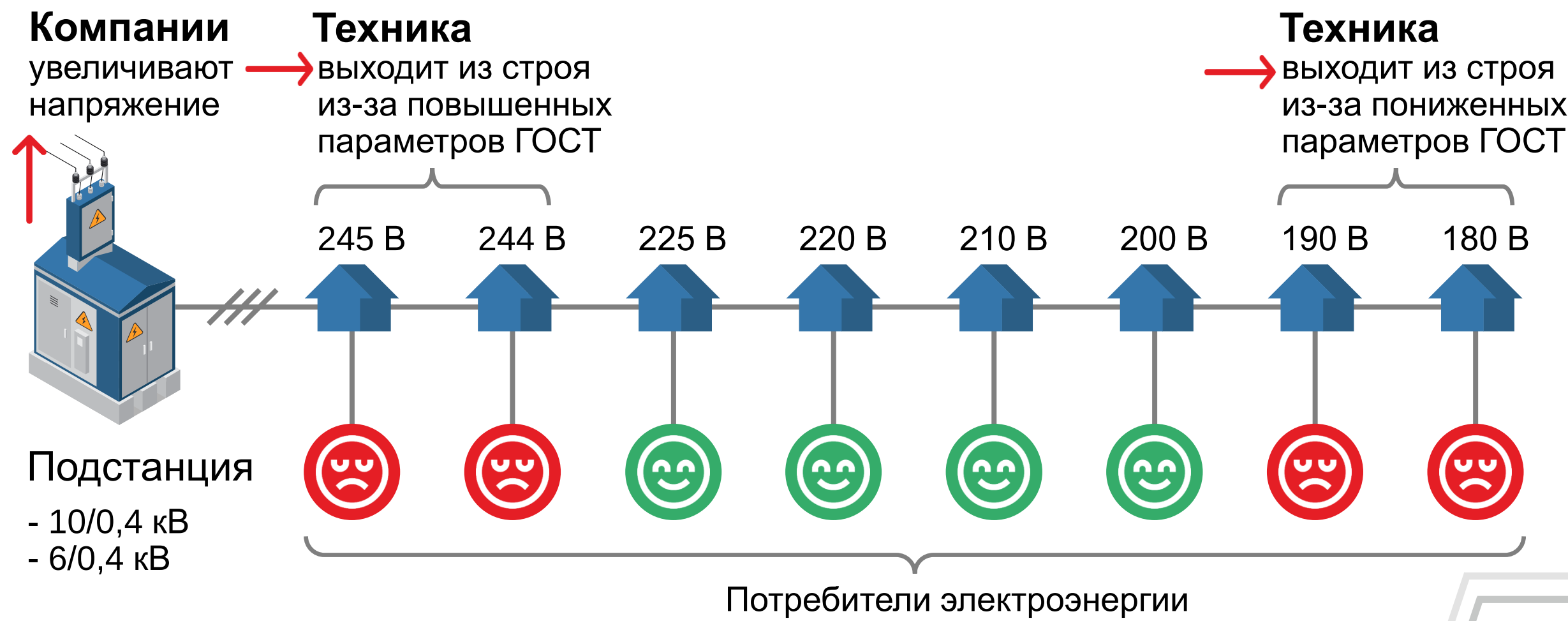


Необходимо увеличение сечений линий электропередач



Реконструкция усложняется согласованием размещения сетевых объектов на территории плотной застройки

Многие потребители получают некачественную электроэнергию в начале и конце линии электропередачи



Вынужденное увеличение напряжения на понижающих подстанциях приводит к низкому качеству электроэнергии

У потребителя

- Низкое качество электроэнергии



У сетевой компании

- Риск предъявления штрафных санкций 
- Снижение объемов полезно отпущенной электроэнергии
- Нет технологического присоединения дополнительных потребителей электроэнергии



Уровень потребления электрической мощности определяется напряжением, связанным с наибольшим количеством потерь

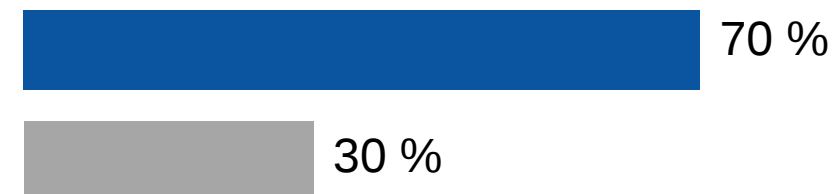
Структура потребления электрической мощности в электрических сетях:
по уровням напряжения

■ Напряжение 0,4 кВ ■ Напряжения от 3 кВ и выше



в зависимости от географии

■ В городах ■ В селах



Способы регулирования напряжения в электрических сетях

Технический



Переключение ПБВ трансформаторов, стабилизация, компенсация реактивной мощности и т.д.

Административно-организационный



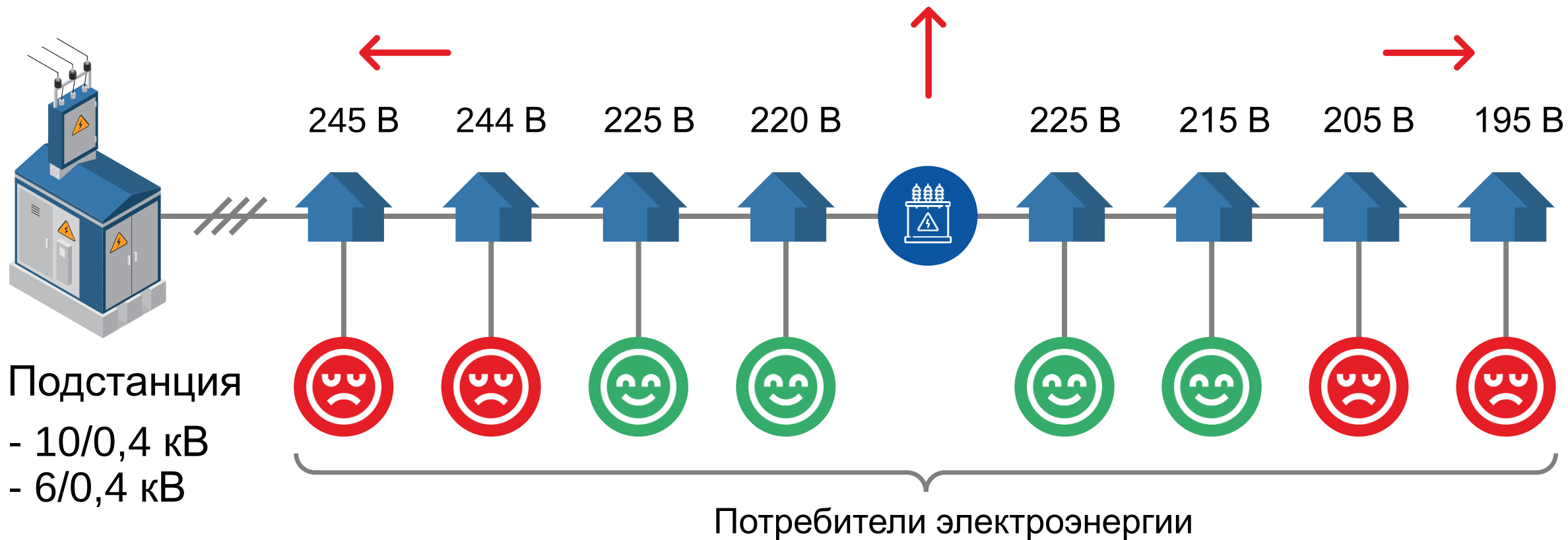
Оптимизация графиков нагрузки потребителя

Финансовый



Применением гибких моделей тарификации стоимости предоставляемой электрической мощности

1 Один из технических способов решения проблемы – применение ВОЛЬТОДОБАВОЧНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ



- вольтдобавочный трансформатор

1 От применения ВОЛЬТОДОБАВОЧНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ недостатков выявили больше, чем преимуществ

Увеличение потерь
и падение напряжения



Перед вольтодобавочным
трансформатором
вызывают высокий ток в линии

Вольтодобавка
увеличивает ток



В линии до вольтодобавочного
трансформатора пропорционально
увеличенному напряжению
в линии после

Необходим
земельный участок



Для установки вольтодобавочного
трансформатора и установка
полноценного шкафа
с коммутационной аппаратурой

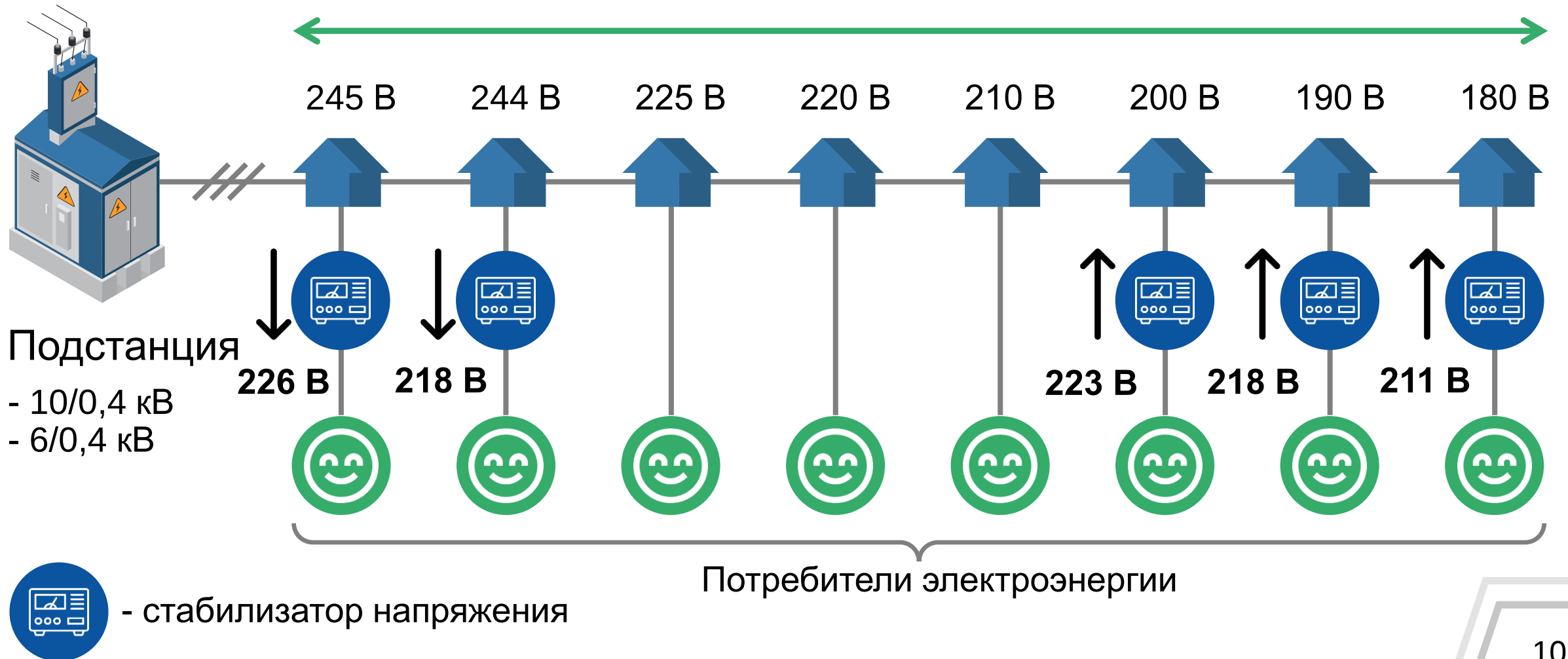
Обеспечение
режима



Оперативное изменение
электропитания



2 Другой технический способ решения проблемы пониженного напряжения – применение СТАБИЛИЗАТОРОВ



2 Используя СТАБИЛИЗАТОРЫ при решении вопроса некачественной электроэнергии, выявили следующие особенности

Слишком дорого и массивные по габаритам

Применение стабилизаторов не может быть бюджетным, а также они большие и тяжелые

Требует постоянного технического обслуживания

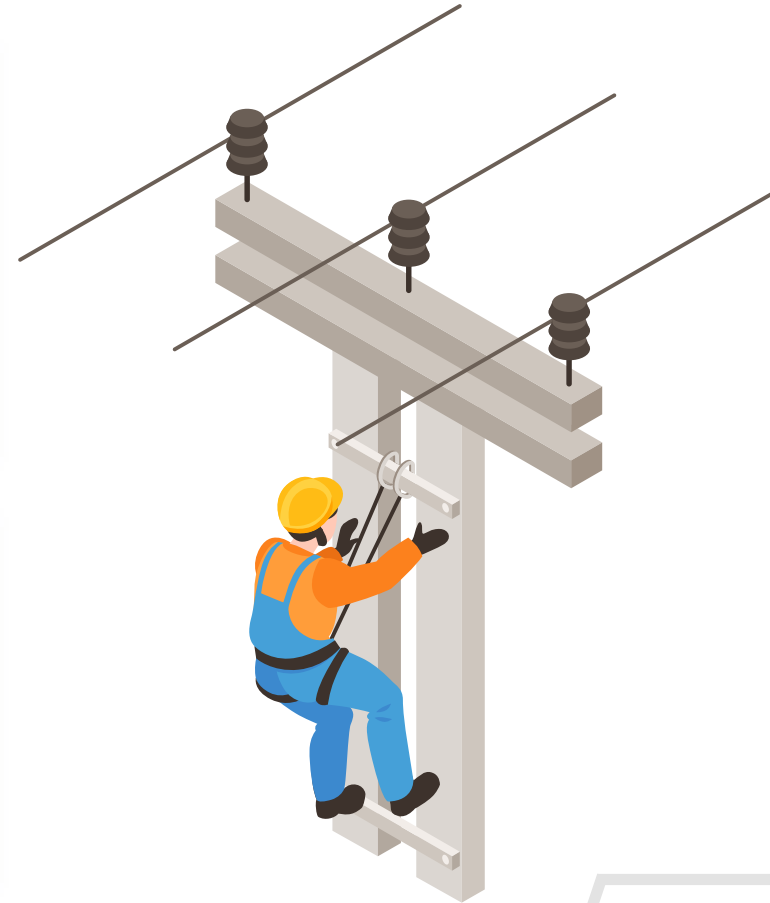
Не зависимо от типа стабилизатора, что вызывает перерасход всех ресурсов

1-2 % ТОЧНОСТЬ

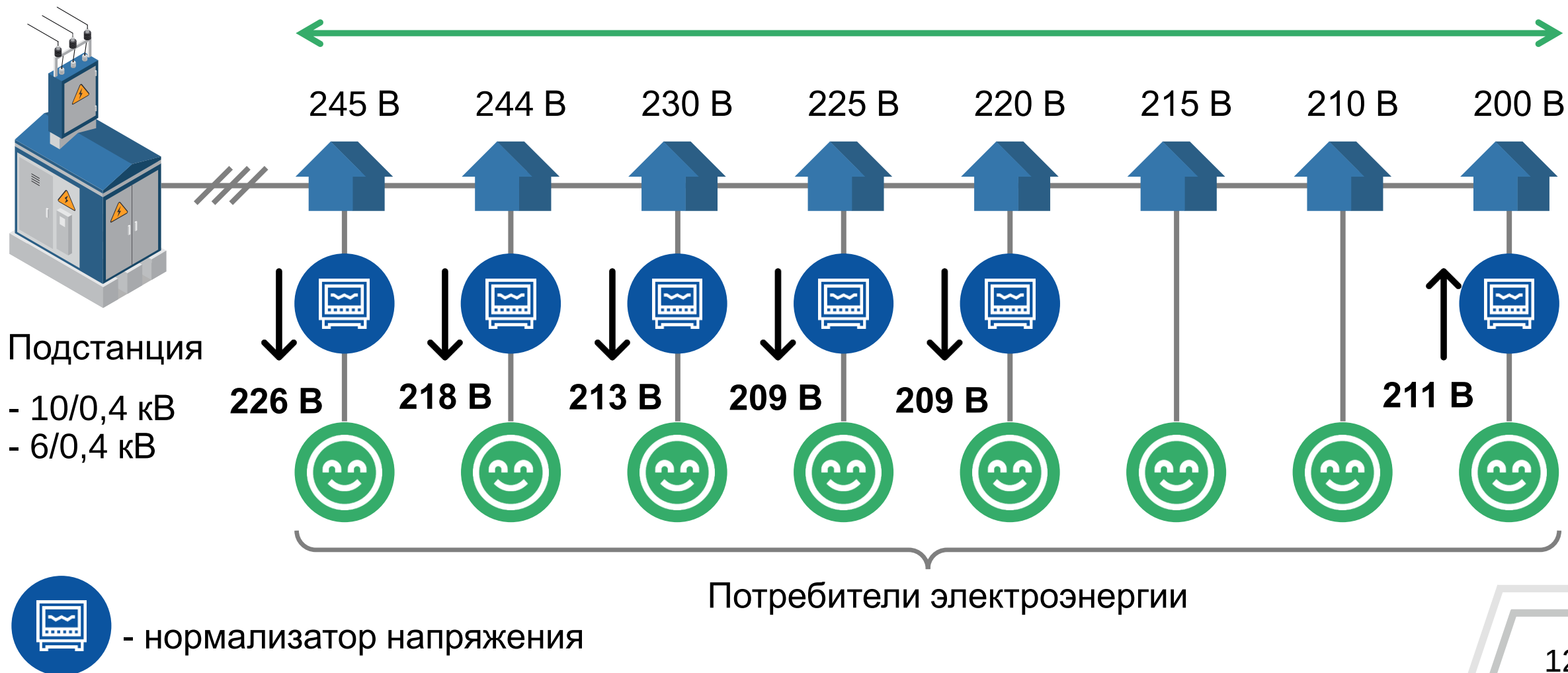
Регулирования напряжения имеют стабилизаторы

Обеспечение режима

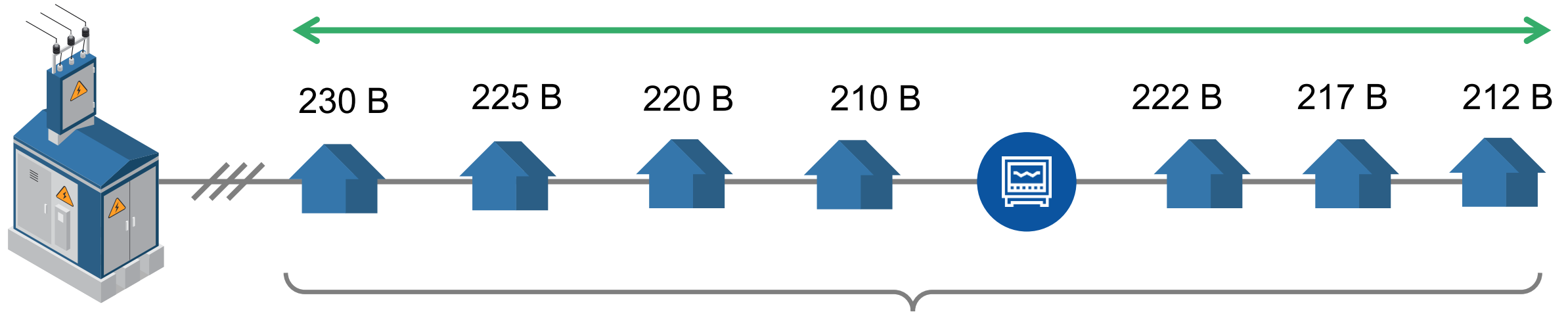
Оперативное изменение электроснабжения



Выявлено, что НОРМАЛИЗАТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ комплексно регулирует напряжения в сетях 0,4 кВ



В сетях 0,4 кВ при повышенном или пониженном уровнях напряжения рекомендуется установка **НОРМАЛИЗАТОРА** последовательно нагрузке (в рассечку) на определенном участке электросети



Подстанция

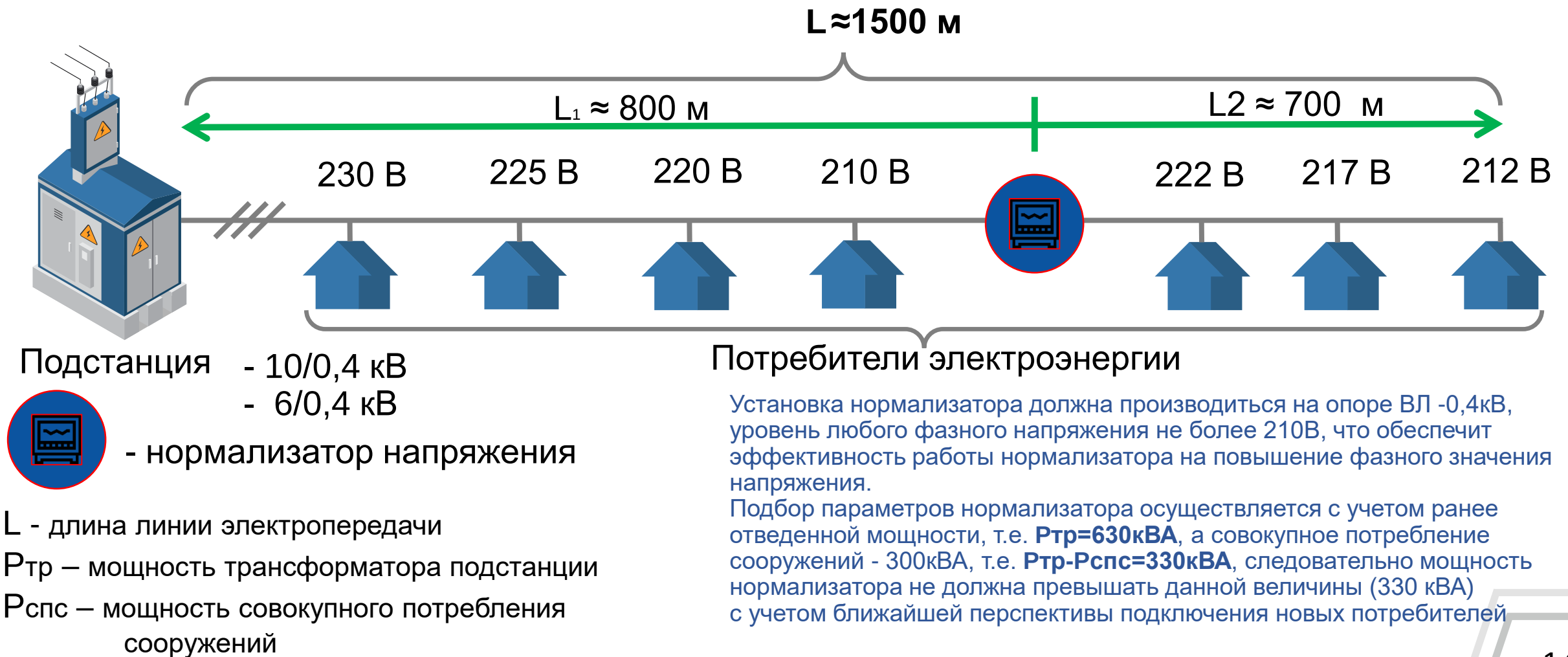
- 10/0,4 кВ
- 6/0,4 кВ

Потребители электроэнергии

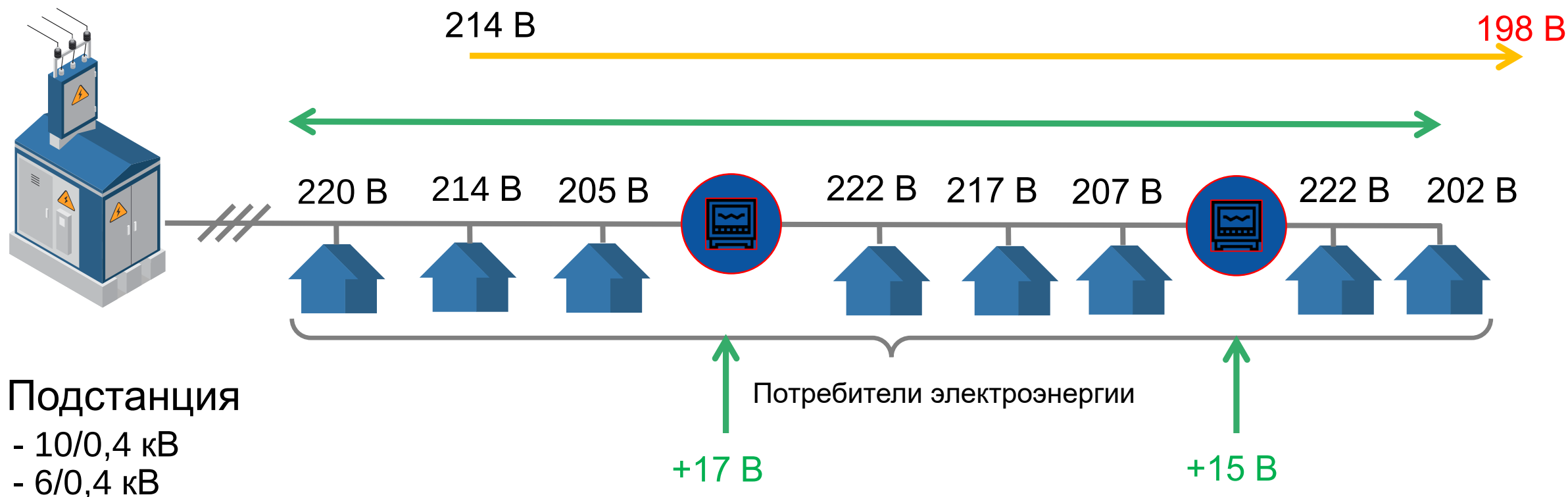


- нормализатор напряжения

В сетях 0,4 кВ при пониженном уровне напряжения рекомендуется установка **нормализатора** последовательно нагрузке (в рассечку) на определенном участке электросети



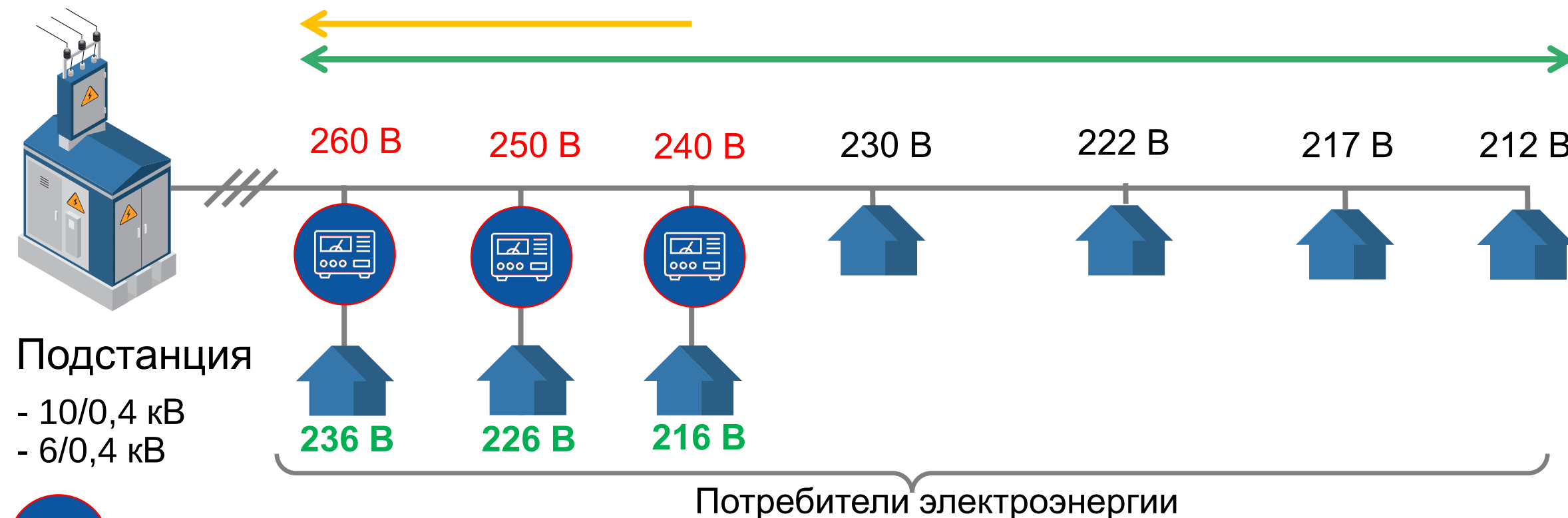
В сетях 0,4 кВ при пониженном уровне напряжения имеется практика установки **нормализаторов** тандемом в рассечку с разделением участков электросети



- нормализатор напряжения

Установка нормализаторов с разделением участков позволяет поднять уровень напряжения поэтапно с устранением несимметрии напряжения по каждой фазе не зависимо (от входного в нормализатор).

В сетях 0,4 кВ при повышенном уровне напряжения рекомендуется установка **нормализаторов** следующим образом



- нормализатор напряжения

Имеется возможность применения нормализаторов с расширенным диапазоном регулирования, например, на 24 В. Тогда параметры понижения уровней напряжения будут соответственно следующими: 236 В, 226 В, 216 В. Целесообразно применение бустеров на основе нормализаторов с ручным управлением.

Использование НОРМАЛИЗАТОРОВ переменного напряжения – это перспективное решение проблемы сетей 0,4 кВ

Затраты ниже в 8-10 раз



на приобретение и установку нормализаторов по сравнению с вольтодобавочными трансформаторами

Качественное электроснабжение



обеспечивается по всей длине линии у потребителей

Дополнительная нагрузка



Расширяются возможности технологического присоединения

Допустимый уровень питающего напряжения



обеспечивается в режиме «вольтодобавка», подключаются через нормализатор при необходимости наиболее удаленные потребители

Поступают пониженные напряжения



на нагрузки потребителей, что приводит к снижению уровня потребления электроэнергии

$\pm(5-10)\%$ коридор по напряжению



имеют нормализаторы

Нормализаторы могут быть рекомендованы, как решение поддержания уровня напряжения в электросетях

Нормализаторы переменного напряжения
могут быть рекомендованы
как решение поддержания
уровня напряжения до, после и в процессе
реализации мероприятий по
реконструкции электрических сетей



Рассмотрим, как происходит регулировка параметров электрической мощности при помощи нормализаторов

Схема работы нормализатора в электрической сети

Счетчик
электроэнергии



УКРМ



Нормализатор
NORMEL™®



Потребители
электроэнергии



Предприятия
промышленности



Транспортная
инфраструктура



Предприятия
с/х



Учреждения
здравоохранения



Учреждения
образования



Объекты
ЖКХ

Устройства подключаются к вводам 0,4 кВ (380 В) зданий, сооружений, электрооборудования, уличного освещения от одной единицы электрооборудования до комплекса зданий, как на действующих, так на и строящихся объектах

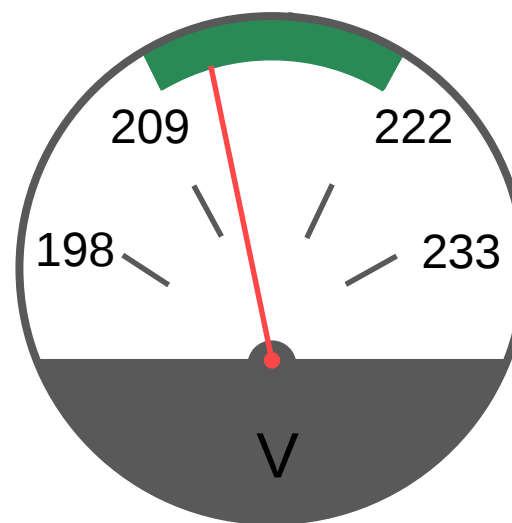
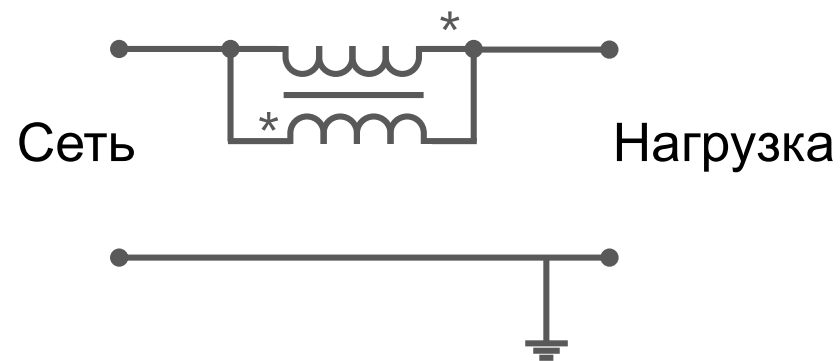
Нормализатор может находиться в одном из трёх устойчивых режимов

01 Режим «Транзит»

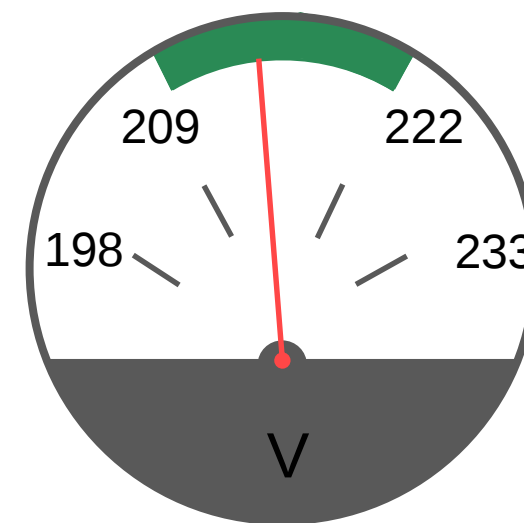
Если входное напряжение
находится в диапазоне 209-222 В

Нормализатор пропускает
электрическую мощность 50 Гц

Электрическая схема



На входе



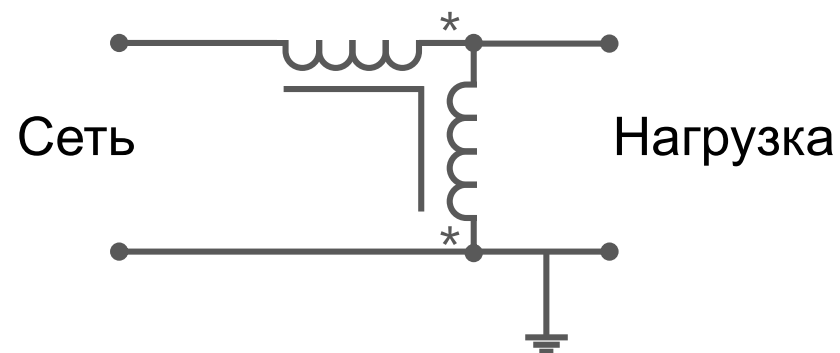
На выходе

Нормализатор может находиться в одном из трёх устойчивых режимов

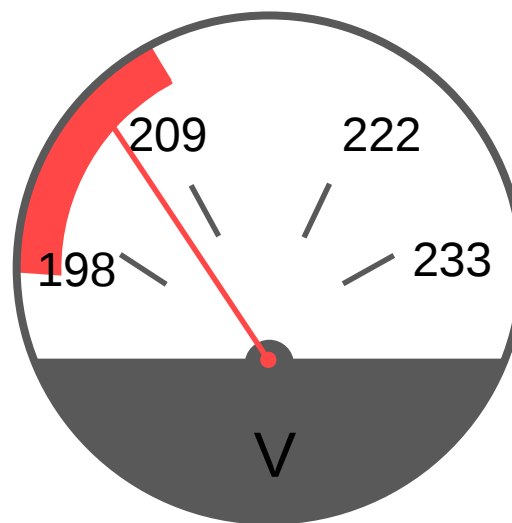
02 Режим «Вольтодобавка»

Если входное напряжение
находится ниже границы 209 В

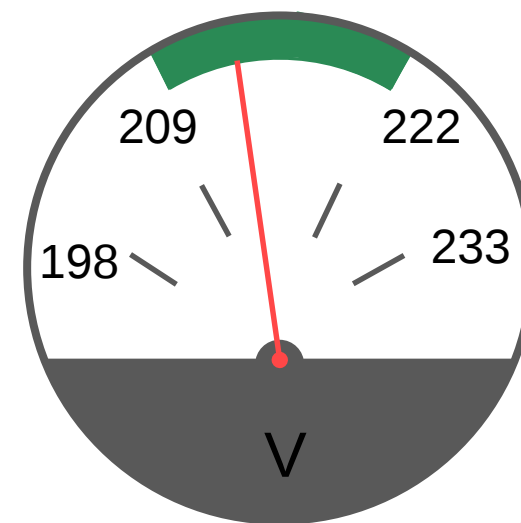
Электрическая схема



Нормализатор добавляет к входному
напряжению 13 В, предоставляя потребителю
качественное электропитание согласно ГОСТ



На входе



На выходе

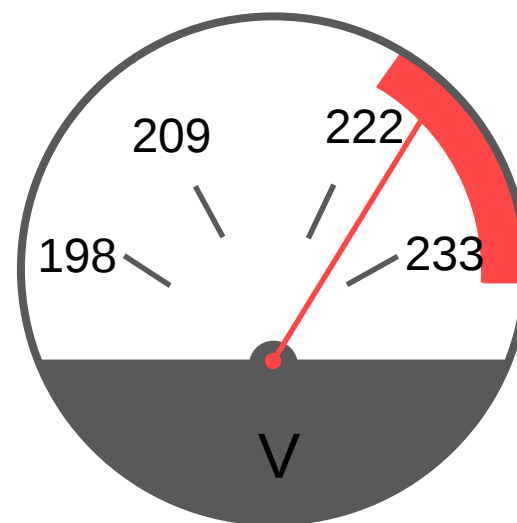
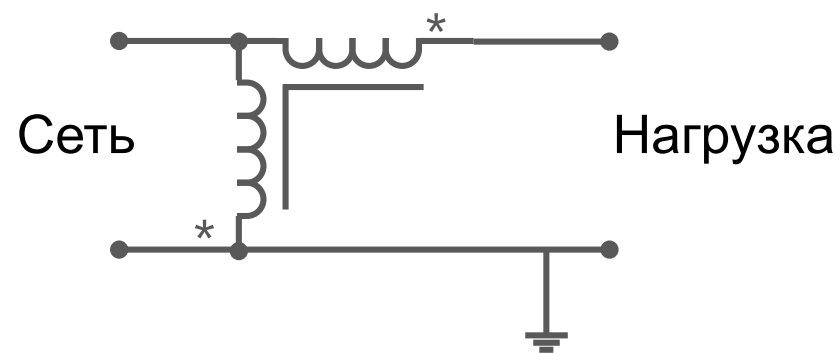
Нормализатор может находиться в одном из трёх устойчивых режимов

03 Режим «Вольтоограничение»

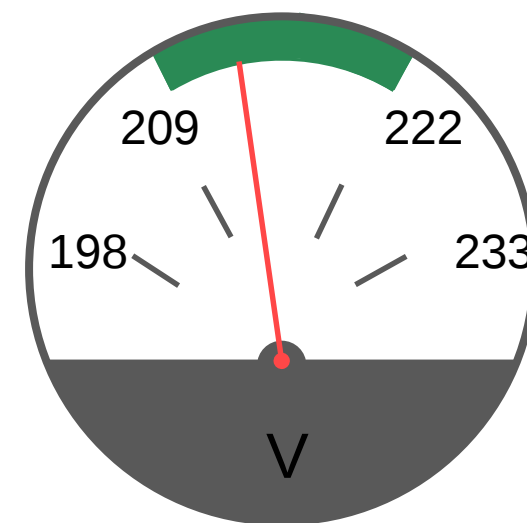
Если входное напряжение
находится выше границы 222 В

Нормализатор уменьшает напряжение на 13-16 В,
в зависимости от уровня входного
напряжения (от 223 до 260 В)

Электрическая схема

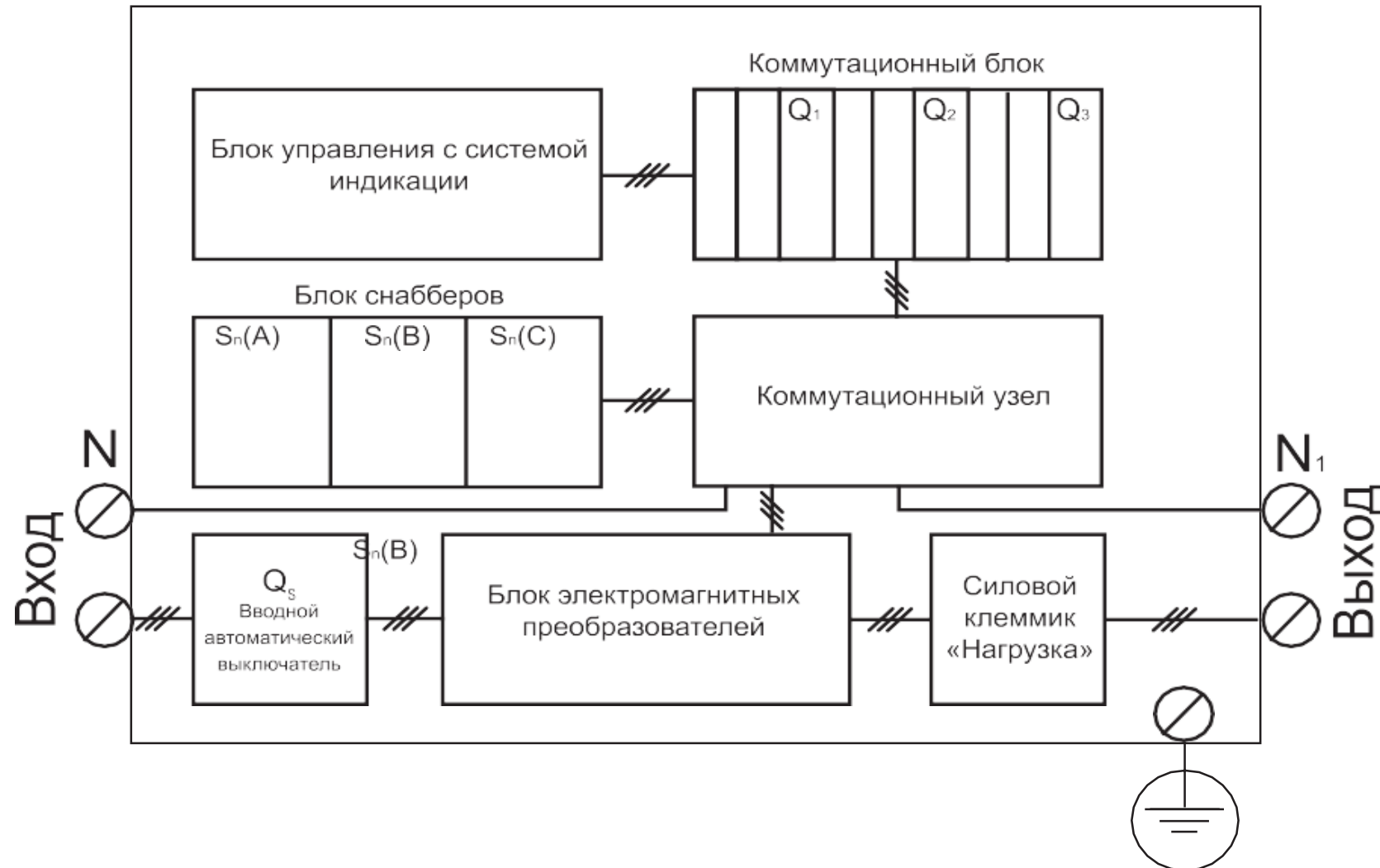


На входе



На выходе

БЛОК-СХЕМА НОРМАЛИЗАТОРА ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ



Показатель КПД нормализатора стремится к 100 % в сравнении со стабилизаторами

ХАРАКТЕРИСТИКИ	НОРМАЛИЗАТОРЫ	СТАБИЛИЗАТОРЫ
Мощность	55 кВА	55 кВА
КПД	99.7 %	95.0 %
Вес	70 кг	250 кг
Габариты	в 3-6 меньше стабилизатора	—
Снижение затрат на потребляемую электроэнергию	снижают до 25 %	не снижают, т.к. сами являются потребителями электроэнергии
Обслуживание	профилактический осмотр не более 1 раза в год	ежемесячный осмотр и настройка
Срок окупаемости	окупаются за 6 – 18 месяцев	не окупаются, т.к. сами являются потребителями электроэнергии
Увеличение срока службы подключаемого оборудования	увеличивается в 2 – 4 раза	увеличивается в 1,5 раза

ОТЛИЧИЯ НОРМАЛИЗАТОРОВ ОТ СТАБИЛИЗАТОРОВ

- 1) нормализатор обеспечивает безразрывное электроснабжение потребителей при своей работе, т.е. основной поток электрической мощности поступает на подключенную нагрузку;
- 2) удельные мощностные параметры нормализатора определяются только коэффициентом трансформации применяемых в устройстве электромагнитных преобразователей;
- 3) схемное решение, заложенное в нормализаторе, обеспечивает разделение потока электрической мощности на две части: основную, величиной 90-95% и регулируемую, величиной, соответственно, 10-5% при его стандартной конфигурации. Величины данных потоков определяются параметрами электромагнитных преобразователей и могут варьироваться в зависимости от конкретных условий, связанных с качеством электроснабжения в точке интеграции нормализатора;
- 4) процесс изменения выходных параметров нормализатора осуществляется в результате эффекта взаимоиндукции в основной и вспомогательной обмотках электромагнитных преобразователей, включенных в автотрансформаторную схему;

ОТЛИЧИЯ НОРМАЛИЗАТОРОВ ОТ СТАБИЛИЗАТОРОВ

продолжение

- 5) внутренняя схема нормализатора представляет из себя постоянно действующий Г-образный RCL фильтр, способствующий подавлению высших гармоник в независимости от точки их генерации (от сети или от нагрузки);
- 6) в следствие применения в нормализаторе специфической схемотехники, он не обладает таким параметром, присущим стабилизаторам, как уставка по выходному напряжению, а обеспечивает допустимый коридор регулирования;
- 7) величина «плавающей уставки» регулирования напряжения в стандартной конфигурации нормализатора зависит от двух основных параметров – коэффициента трансформации K_T электромагнитных преобразователей и уровня напряжения. **Например**, для фазных электромагнитных преобразователей любой мощности (от 0.63 до 10 кВА) с коэффициентом трансформации 17.7, величина «плавающей уставки» в рамках рабочего диапазона нормализатора ($U_{\text{выходное}} = 170\text{-}260 \text{ В}$) будет варьировать в диапазоне от + 9.8 Вольт до – 16 Вольт, в зависимости от уровня входного напряжения $U_{\text{входное}}$;
- 8) Нормализатор обладает прямой вольтамперной характеристикой вне зависимости от величины и характера подключённой к нему нагрузки;
- 9) В результате сочетания схемного решения и использования ряда комплектующих с улучшенными характеристиками **КПД серийного нормализатора составляет 99.7 %**

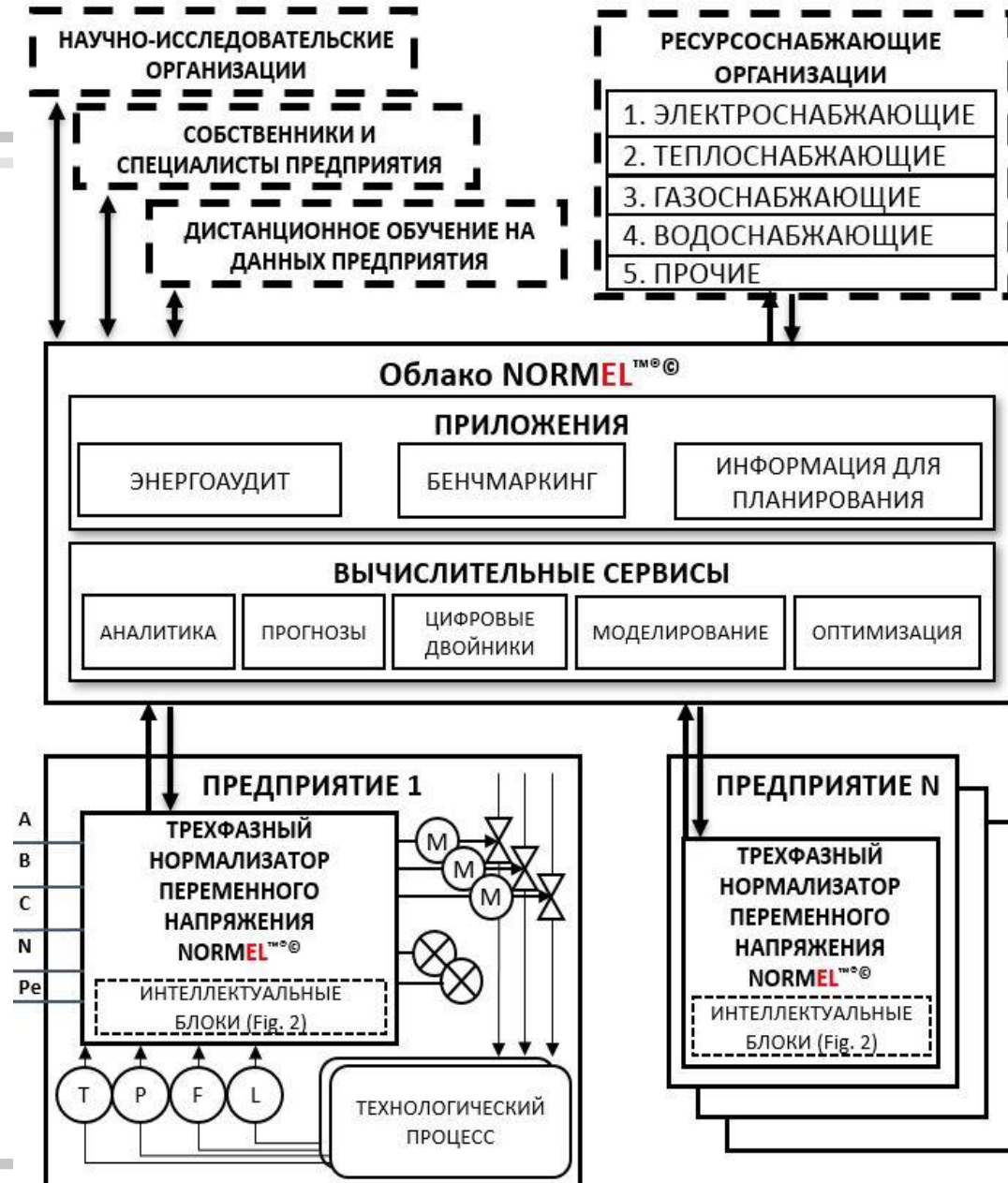
ЦИФРОВИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЕМ РЕСУРСОВ

Блок-схема управления потреблением ресурсов в зданиях \ сооружениях на основе устройств нормализаторов переменного напряжения с применением цифровых технологий

где:

М – исполнительные механизмы (двигатели, приводы)

Т, Р, F, L - приборы коммерческого / технического учета потребления электроэнергии, воды, тепла, газа



ЭФФЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ НОРМАЛИЗАЦИИ

1. Системное применение метода и устройств в электроэнергетических системах позволяет на практике поддерживать Международные стандарты на нормы качества электроэнергии, идентичные в различных странах мира.
2. Уменьшается потребление электрической мощности по счетчику от 7% до 24%, в зависимости от характера электрической нагрузки при сохранении условий для нормальной работы оборудования.
3. Значительно увеличиваются сроки службы технологического оборудования, бытовых и осветительных приборов.
4. Уменьшаются потери в электрической сети не менее, чем на 10 %, благодаря чему, увеличивается возможность подключения к электроэнергетической системе дополнительных эквивалентных мощностей, то есть происходит увеличение пропускной способности электрических сетей.
5. Массовое применение технологии в электроэнергетических системах снижает потребляемую мощность и позволяет повысить устойчивость работы синхронных генераторов на электростанциях.
6. Значительно увеличивается периоды между реконструкционными работами в электрических сетях.
7. Нормализаторы могут быть интегрированы в автоматизированную систему управления электроэнергетической системой, так как обладают всеми необходимыми для этого информационными каналами.

НПП ООО «АВЭК» – правообладатель интеллектуальной собственности на производимые устройства: ПАТЕНТЫ НА ИЗОБРЕТЕНИЯ В 38 СТРАНАХ



The
United
States
of
America

The Director of the United States
Patent and Trademark Office

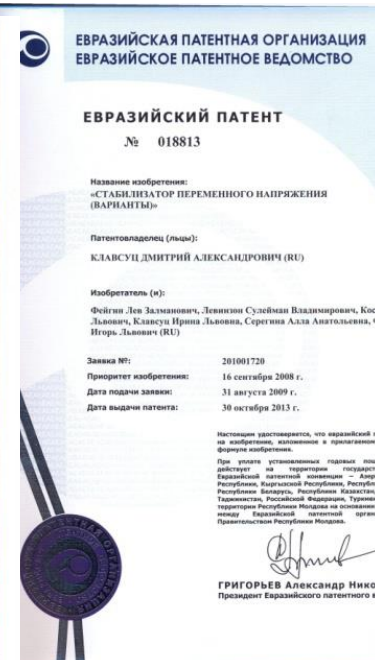
Has received an application for a patent for a new and useful invention. The title and description of the invention are enclosed. The requirements of law have been complied with, and it has been determined that a patent on the invention shall be granted under the law.

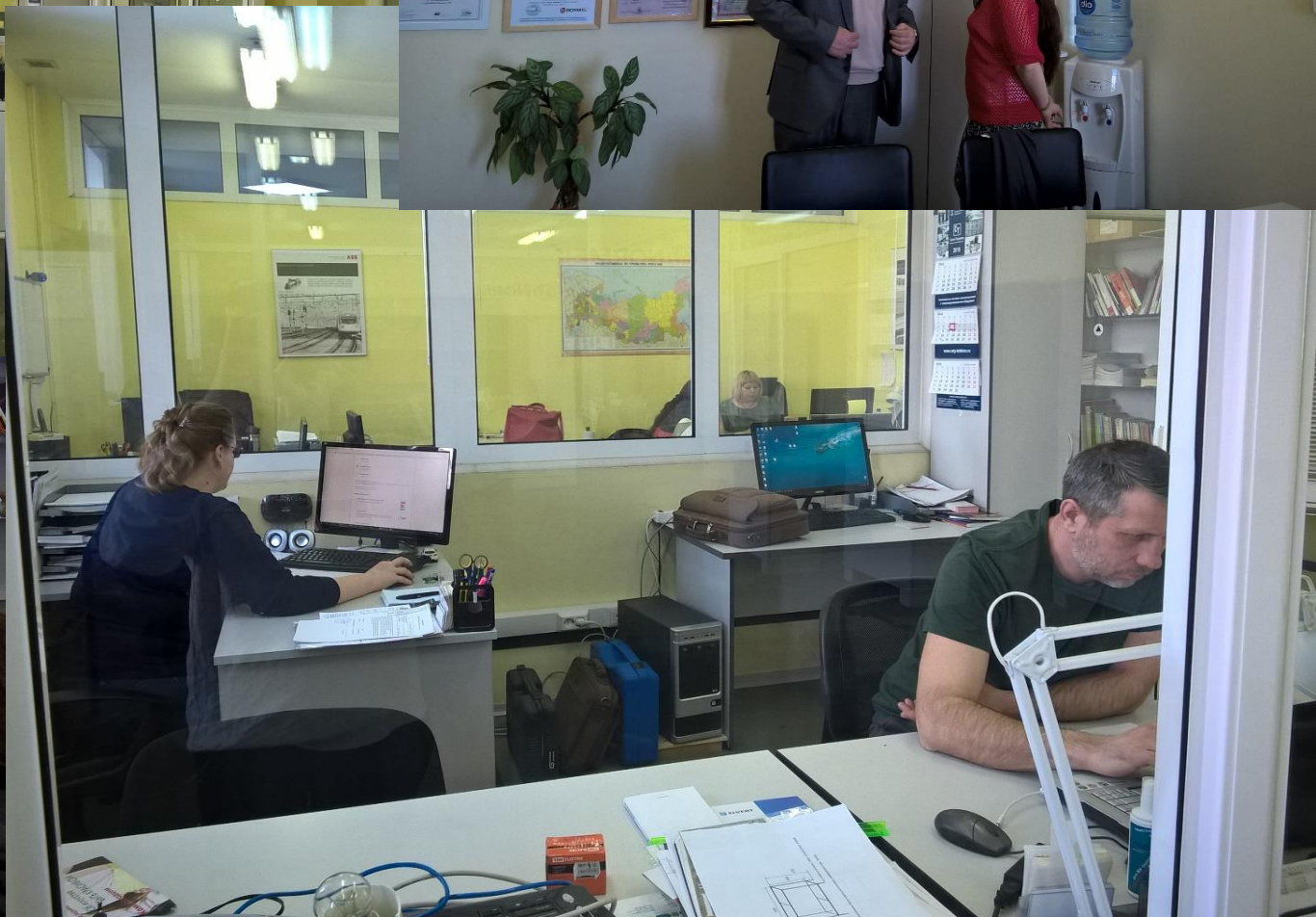
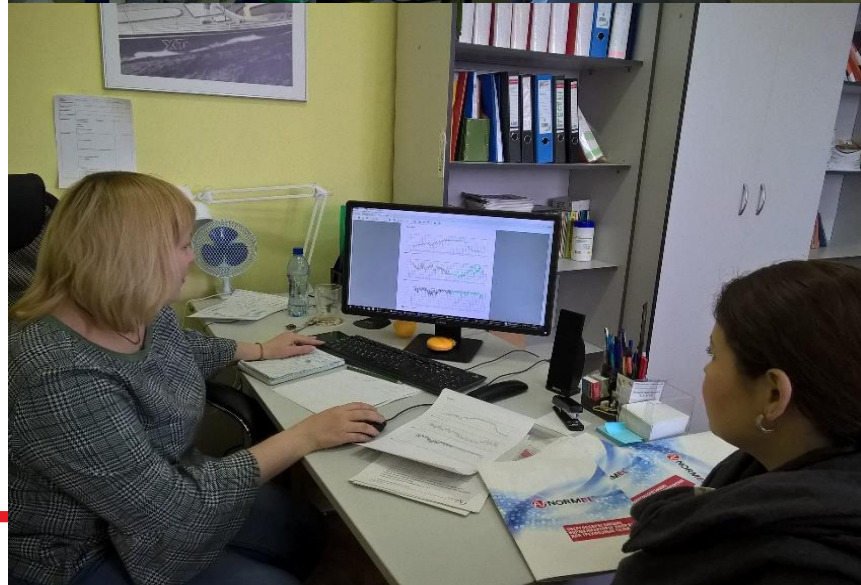
Therefore, this
United States Patent

Grants to the person(s) having title to this patent the right to exclude others from making, using, offering for sale, or selling the invention throughout the United States of America or importing the invention into the United States of America, and if the invention is a process, of the right to exclude others from using, offering for sale or selling throughout the United States of America, or importing into the United States of America, products made by that process, for the term set forth in 35 U.S.C. 154(a)(2) or (e)(1), subject to the payment of maintenance fees as provided by 35 U.S.C. 41(b). See the Maintenance Fee Notice on the inside of the cover.

David J. Kappas

Director of the United States Patent and Trademark Office





Так мы работаем

ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ

ОАО "РЖД" Западно-Сибирский филиал ОАО «Федеральная пассажирская компания»



ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ

АО «НЭВЗ-КЕРАМИКС»



ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ

Гипермаркеты:
«АШАН»,
Розничная сеть
«X5 Retail
Group
Москва,
Новосибирск



ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ





НГТУ
НЭТИ



РОССЕТИ
НОВОСИБИРСК

IV Всероссийская научно-практическая конференция
«Режимы нейтрали. Ограничение перенапряжений.
Релейная защита и автоматика. 2025»
15-17 апреля 2025 года, г. Новосибирск

Решение проблем качества электрической энергии в сетях электроснабжения 0,4 кВ любого назначения

Ирина Клавсуц

канд. техн. наук, доцент НГТУ-НЭТИ,
директор по инновационному развитию
и внешнеэкономической деятельности
НПП ООО «АВЭК», г. Новосибирск, Россия
<https://ciu.nstu.ru/kaf/persons/1323/about>

Александр Клавсуц

Технический директор
НПП ООО «АВЭК»
г. Новосибирск, Россия
www.normel.ru

 + 7(903) 932-02-80