

Адбухалилов Дилшодбек Корабоевич - старший преподаватель  
Андижанский Государственный Технический Институт,  
Республика Узбекистан  
ORCID ID: 0009-0001-7079-3689  
Adbukhalilov Dilshodbek Koraboevich - senior teacher  
Andijan state technical institute  
Republic of Uzbekistan  
ORCID ID: 0009-0001-7079-3689

**ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ  
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕТЕЙ ГЛУБОКИХ  
ВВОДОВ**

**INCREASING THE RELIABILITY AND EFFICIENCY OF THE POWER SUPPLY  
SYSTEM THROUGH THE USE OF DEEP ENTRY NETWORKS**

**АННОТАЦИЯ:** В статье рассматриваются пути повышения надежности и эффективности системы электроснабжения путем применения сетей глубокого доступа в системах электроснабжения. На базе сетей глубокого ввода можно будет добиться бесперебойности подачи электроэнергии в систему электроснабжения за счет повышения надежности и энергоэффективности электроснабжения, а также за счет выбора правильных методов снижения потерь электроэнергии.

**Ключевые слова:** Глубоких вводов, система, мощность, напряжения, ток, линия, схема, сеть и электроснабжение.

**ABSTRACT:** This article discusses methods for increasing the reliability and efficiency of the power supply system by using deep penetration networks in power supply systems. Based on deep penetration networks, it is possible to achieve uninterrupted power supply in the power supply system by correctly selecting methods to increase the reliability and energy efficiency of power supply, as well as reduce electricity waste.

**Keywords:** Deep inputs, system, power, voltage, current, line, circuit, network and power supply.

**Введение:** Одним из основных показателей, определяющих уровень развития любой страны, является её энергетическое развитие. В результате реформ, проводимых в Узбекистане в последние годы, а именно развития образа жизни и использования различных инновационных современных технологий, спрос на электроэнергию продолжает расти [1].

В целях реализации приоритетных направлений ускоренного развития экономики разрабатываются и планируются меры по эффективному обеспечению электроэнергией и снижению потерь энергии в системе. В

настоящее время на уровне правительства проводится программная работа по обеспечению прогнозируемой потребности в системе электроснабжения, а также по достижению эффективности и энергоэффективности в системе. На практике проводятся работы по реконструкции, замене и техническому перевооружению устаревших электроустановок и сетей, работающих с высокой нагрузкой. Поставлены также задачи по созданию дополнительных необходимых мощностей, включая строительство парогазовых установок, атомных электростанций, гидроэлектростанций и модернизацию существующих, обновление энергоблоков на тепловых электростанциях, а также по покрытию требуемых мощностей за счет внедрения государственно-частного партнерства в электроэнергетическую систему [2].

Реализация этих мер может потребовать значительных временных и финансовых затрат. Учитывая это, для удовлетворения потребностей в электроэнергии, а также повышения надежности и энергоэффективности системы электроснабжения необходимо в системе вновь строящихся заводов и фабрик, учреждений и жилых домов применять новые современные инновационные устройства и сети, основываясь на опыте зарубежных стран.

**Методы:** Рост нагрузок и энергопотребления в системе электроснабжения требует тщательного изучения и разработки соответствующих методов развития системы электроснабжения (СЭС).

Системы электроснабжения и их конструктивные особенности.

Под системой электроснабжения (СЭС) понимается комплекс электрических сетей и трансформаторных подстанций, расположенных на территории города и предназначенных для обеспечения его потребителей электроэнергией.

Городская электросеть включает в себя все электроустановки, расположенные на его территории, от главных подстанций и электростанций до вводов к отдельным потребителям, предназначенные для обеспечения города электроэнергией.

Структурная схема системы электроснабжения города зависит от города и численности населения. Разработаны системы электроснабжения крупных городов с учетом современного уровня плотности нагрузки, в основной структурной схеме которых условно можно выделить пять элементов:

- система внешнего электроснабжения города;
- высоковольтные (220-110-35 кВ) сети глубокого ввода (ГВ) - те же, включая подстанции глубокого ввода (ПГВ);
- распределительные сети среднего напряжения (6-10кВ), распределительные пункты;
- включая трансформаторы среднего напряжения в системе распределения

трансформаторные подстанции 6-10/0,4 кВ;

- распределительные сети низкого напряжения (до 1000 В) [3].

**Результаты и обсуждение:** Для повышения надежности и эффективности городских систем электроснабжения в основном применяются сети глубокого ввода (ГВ). Применение сетей глубокого проникновения связано с увеличением протяженности высоковольтной сети. При этом рост стоимости высоковольтной сети приводит к резкому снижению затрат на сеть среднего напряжения за счет уменьшения ее протяженности. При этом исключается строительство распределительных пунктов и линий электропередачи напряжением 6-10 кВ.

Одной из основных особенностей современного и перспективного развития системы электроснабжения является анализ и обоснование применения методов, позволяющих снизить потери электроэнергии, снизить материалоемкость, сократить количество промежуточных сетевых присоединений и улучшить режим работы потребителей электроэнергии за счет внедрения высоковольтных сетей глубокого ввода (ГВ) во вновь строящихся городах, а также ввода в эксплуатацию подстанций.

Исходя из опыта Российской Федерации, повышение надежности и энергоэффективности системы электроснабжения возможно с использованием сетей глубокого ввода (ГВ). Данный метод позволяет добиться этого за счет подачи напряжения 35 кВ от подстанций непосредственно к трансформаторам по воздушным и кабельным сетям, что исключает необходимость использования воздушных и кабельных сетей 6-10 кВ [4].

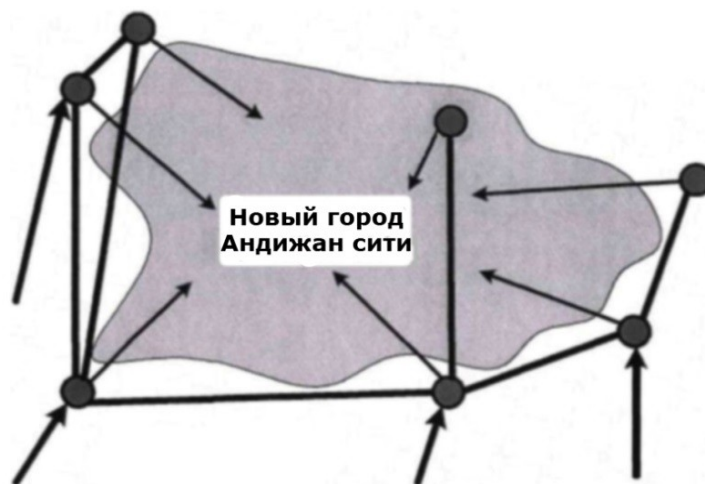


Рисунок 1. Расположение сетей глубокого ввода (ГВ) для обеспечения равномерности потоков энергии в города Андижан Сити.

Основные преимущества внедрения сетей глубокого ввода (ГВ) 35 кВ заключаются в следующем: сети глубокого проникновения 35 кВ позволяют приблизить электроэнергию к потребителю, что снижает потери

в линиях электропередачи и обеспечивает устойчивость системы в случае возникновения аварийных ситуаций; ток при передаче по высоковольтным линиям 35 кВ меньше, что значительно снижает потери активной мощности в проводах, что приводит к повышению экономической эффективности; сети 35 кВ позволяют осуществлять автономное или частично автономное электроснабжение крупных предприятий, что повышает удобство электроснабжения и перспективы развития; в результате строительства сетей глубокого проникновения 35 кВ вместо сетей 6-10 кВ сокращается общее количество проводов и подстанций, а также снижаются затраты на строительство и обслуживание [4,5].

Построить экономичную городскую электросеть для передачи и распределения электроэнергии на уровне 6-10 кВ невозможно, так как это потребовало бы строительства сотен километров линий электропередачи напряжением 6-10 кВ от удаленных источников до потребителей. Кроме того, для передачи электроэнергии большой мощности используется большое количество цветных металлов.

При внедрении кабелей глубокого проникновения (ВН) 35 кВ вместо сетей электроснабжения 6–10 кВ появляется возможность выбора меньшего сечения кабеля. В результате сокращается длина кабельной линии, а также снижается токовая нагрузка, то есть вместо прежнего кабеля сечением 240 мм<sup>2</sup> может быть достаточно кабеля сечением 150 мм<sup>2</sup> или 120 мм<sup>2</sup>.

Сечение кабеля определяет два фактора: уровень электрических потерь (в зависимости от значения R); стоимость кабеля и затраты на монтаж (цена возрастает с увеличением сечения S).

С экономической точки зрения при выборе сечения кабеля используется следующая формула:

$$C_{рас} = C_{каб} + C_{пот}$$

$C_{рас}$  - общие годовые расходы;  $C_{каб}$  - стоимость покупки и установки кабеля;

$C_{пот}$  - оплата ежегодных потерь энергии.

Принцип экономического оптимума:

$$C_{пот} = P_{нет} \cdot T \cdot C_e$$

$P_{нет}$  - электрические потери (кВт); T - годовое количество рабочих часов (часов/год), обычно 7000–8000 соат;  $C_e$  - 1 кВт· почасовая цена энергии(сум /кВт)

Таблица-1

Показатель	До введения ГВ (10 км линия)	После введения ГВ (4 км линия)
------------	------------------------------	--------------------------------

Сечение кабеля	240 мм <sup>2</sup>	150 мм <sup>2</sup>
Цена 1 км кабеля	300 млн сум	220 млн сум
Сечение кабеля	240 мм <sup>2</sup>	150 мм <sup>2</sup>
Цена 1 км кабеля	300 млн сум	220 млн сум
Длина линии	10 км	4 км
Ежегодные потери энергии	56.5 кВт × 7500 час = 423 750 кВт· час	22.6 кВт × 7500 час = 169 500 кВт· час
Цены энергии (C <sub>e</sub> )	800 сум /кВт· час	800 сум /кВт· час
Стоимость убытков	423 750 × 800 = 339 млн сум / год	169 500 × 800 = 135.6 млн сум /год
Стоимость покупки кабеля	10×300 = 3000 млн сум	4×220 = 880 млн сум

Мощная энергосистема позволяет строить многочисленные линии электропередачи для обеспечения большого объёма электроэнергии в недавно построенном городе. Примерами служат недавно построенные Ташкент и Андижан [6].

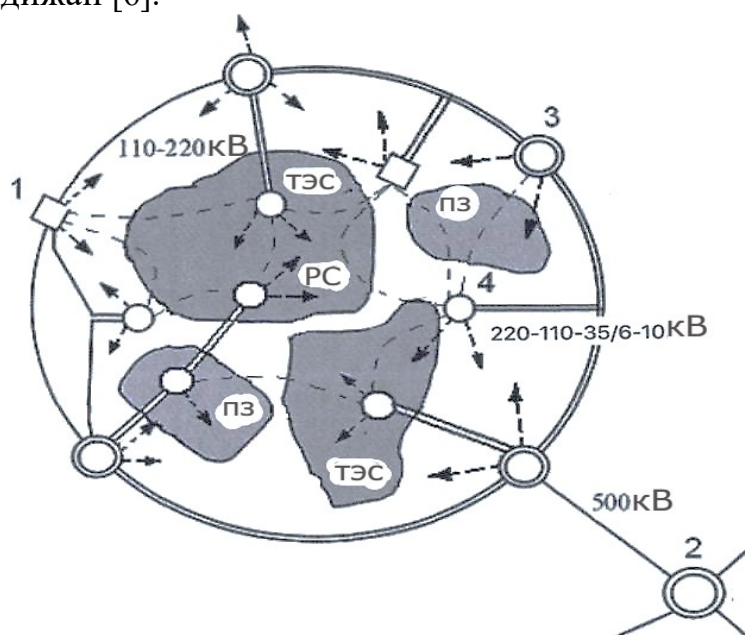


Рисунок 1. Схема системы электроснабжения крупного города.

*1-тепловые электрические станции (ТЭС); 2-базовая подстанция системы электроснабжения; 3-базовая подстанция внешнего электроснабжения; 4-подстанция глубокого заложения; РС-распределительные сети; ПЗ - промышленные зоны; ЖД - жилые дома.*

Исходя из представленных данных, решение этой проблемы возможно за счёт строительства сетей глубокого ввода (ГВ) от сильной сети к соседним участкам слабой сети. Учитывая, что модернизация существующей системы электроснабжения крупных городов трудоёмка и

затратна, целесообразнее внедрять её в системы электроснабжения вновь строящихся городов. Проектирование сетей электроснабжения должно осуществляться с учётом наибольшей эффективности, требуемой надёжности электроснабжения и соблюдения установленных норм качества электроэнергии [7].

**Заключение:** При грамотной организации надёжности электроснабжения, энергоэффективности и применении методов предотвращения потерь энергии на основе сетей глубокого проникновения будет обеспечено бесперебойное электроснабжение в системе. Внедрение сетей глубокого проникновения на вновь строящихся объектах, в учреждениях и жилых массивах, а также правильный выбор устройств и сетей могут стать основой повышения энергоэффективности.

### **Используемая литература:**

1. Концепция Министерства энергетики Республики Узбекистан по обеспечению Республики Узбекистан электроэнергией в 2020-2030 годах от 01.08.2019 г.
2. Аллаев К.Р. Электроэнергетика Узбекистана. -Ташкент: Наука и техника. 2009.
3. Акчурина С.А. «Многокритериальная оптимизация параметров систем электроснабжения. Пригородные зоны крупных городов с использованием глубоких высоковольтных вводов». Диссертация. М. -2013. - С. 38-67.
4. Шведов Г.В. «Разработка методики многокритериального выбора электрических нагрузок для городского электроснабжения. Учет неопределенности параметров глубоких проходок в системах». Диссертация. М. – 2005. - С. 10-14.
5. Шведов Г.В. Электроснабжение городов: электропотребление, расчетные нагрузки, распределительные сети: учебное пособие. М.: Издательский дом МЭИ, 2012. - 268 с.
6. Таслимов А.Д., Абдухалилов Д.К. «Реализация энергоэффективности системы электроснабжения на основе глубокой выделенной сети». Актуальные проблемы системы электроснабжения. Статья – Ташкент: ТашГТУ имени Ислама Каримова, 2022. – 48 - 50 с.
7. Рахимов Ф., Рахимов Ф., Самиев Ш., Абдухалилов Д. «Обоснование технико-экономической эффективности применения напряжения 35 кВ в воздушных сетях» [Текст]. APL Energy Latest Articles Online, AIP Conf. Proc. 3152, 030023 (2024) 030023-1-030023-6 -стр. <https://doi.org/10.1063/5.0218921>