

## **O‘ZBEKISTONDA ELEKTR ENERGIYASINI UZOQ MASOFALARGA YETKAZISHDA KUCHLANISH ISROFINI KAMAYTIRISH YO‘LLARI VA TAHLILI**

**Valmurodov Yorqin Shuxrat o‘g‘li**

Termiz davlat univeristeti akademik litseyi o‘qituvchisi

**Chorshanbiyeva Nigina Abdullayevna**

Termiz davlat universiteti Fizika kafedrası o‘qituvchisi

**Annotatsiya:** Ushbu maqolada O‘zbekiston hududida elektr energiyasini uzoq masofalarga yetkazish jarayonida kuzatiladigan kuchlanish isroflari, ularning kelib chiqish sabablari hamda ularni kamaytirish bo‘yicha amaliy va texnik yechimlar batafsil tahlil qilingan. O‘zbekiston energetika tizimining mintaqaviy xususiyatlari, mavjud elektr uzatish tarmoqlarining holati, yuqori kuchlanishli liniyalar, transformatsiya jarayonlari, reaktiv quvvatni boshqarish va HVDC texnologiyalarini joriy etishning ustunliklari yoritilgan. Tadqiqot natijalari energiya samaradorligini oshirish va yo‘qotishlarni minimallashtirish bo‘yicha kompleks yondashuvlarning muhimligini ko‘rsatadi.

**Kalit so‘zlar:** Yuqori kuchlanishli liniyalar, Transformator, Kuchlanish isrofi, Tok kuchi, Elektr maydon, Magnit maydon

## **WAYS AND ANALYSIS OF REDUCING VOLTAGE LOSSES IN LONG- DISTANCE TRANSMISSION OF ELECTRIC ENERGY IN UZBEKISTAN**

**Valmurodov Yorqin Shukhrat ogli**

Teacher at the Academic Lyceum of Termez State University

**Chorshanbiyeva Nigina Abdullayevna**

Lecturer, Department of Physics, Termiz State University

**Abstract:** This article provides a detailed analysis of voltage losses observed in the process of long-distance transmission of electricity in Uzbekistan, their causes, and practical and technical solutions to reduce them. The regional characteristics of the energy

system of Uzbekistan, the state of existing power transmission networks, high-voltage lines, transformation processes, reactive power control, and the advantages of implementing HVDC technologies are discussed. The research results demonstrate the importance of integrated approaches to increasing energy efficiency and minimizing losses.

**Keywords:** High voltage lines, Transformer, Voltage loss, Current, Electric field, Magnetic field

## **СПОСОБЫ И АНАЛИЗ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ ПЕРЕДАЧЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА БОЛЬШИЕ РАССТОЯНИЯ В УЗБЕКИСТАНЕ**

**Валмуродов Ёркин Шухрат угли**

преподаватель академического лица

Термезского государственного университета

**Чоршанбиева Нигина Абдуллаевна**

Преподаватель, Кафедра физики,

Государственный университет Термиз

**Аннотация.** В данной статье подробно проанализированы потери напряжения, возникающие при передаче электрической энергии на большие расстояния на территории Республики Узбекистан, а также причины их возникновения и практические и технические методы их снижения. Освещены региональные особенности энергетической системы Узбекистана, текущее состояние электрических сетей передачи, характеристики линий электропередачи высокого напряжения и особенности трансформационных процессов. Кроме того, рассмотрены методы управления реактивной мощностью, а также преимущества внедрения технологий HVDC (высоковольтной передачи постоянного тока). Результаты исследования показывают важность комплексных технических подходов для повышения энергоэффективности и минимизации потерь электроэнергии.

**Ключевые слова:** линии электропередачи высокого напряжения, трансформатор, потери напряжения, сила тока, электрическое поле, магнитное поле.

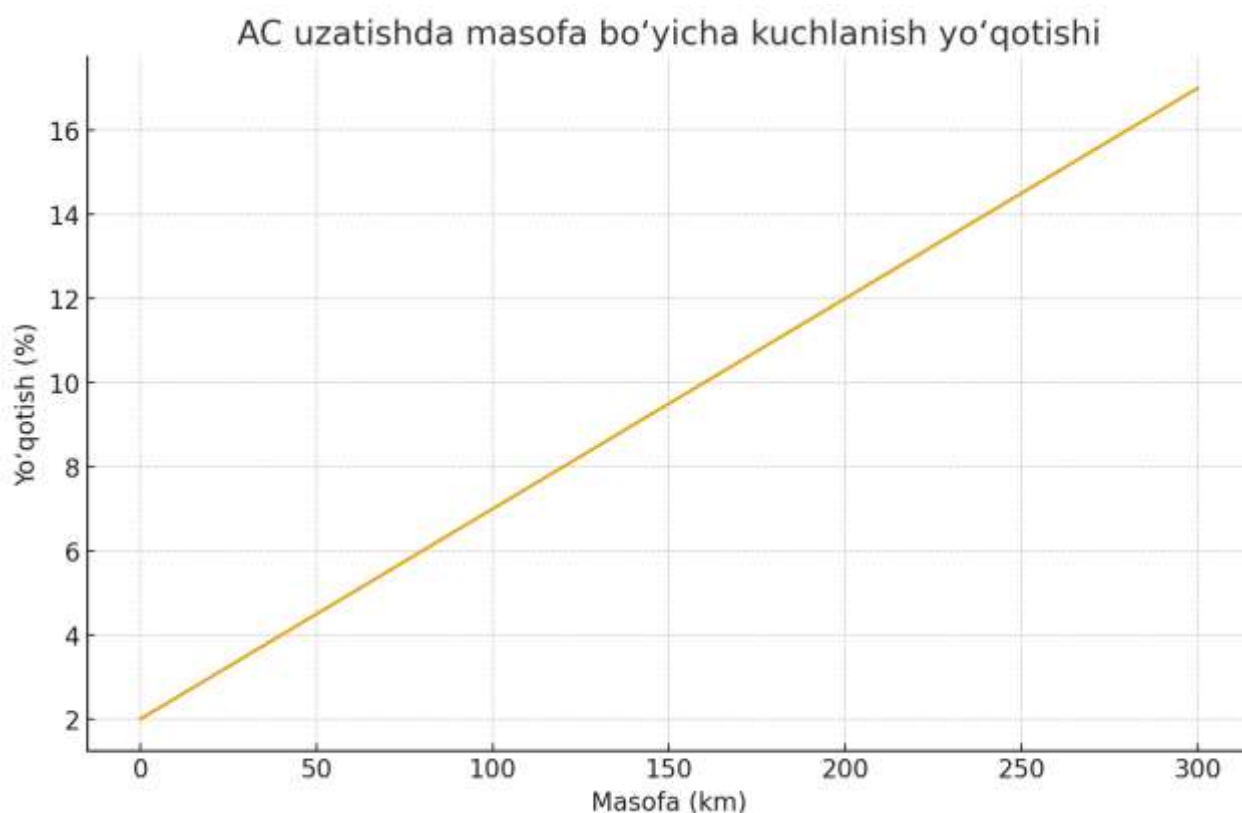
### **Kirish.**

O'zbekiston Respublikasining zamonaviy iqtisodiy rivojlanishi sanoat, transport, qishloq xo'jaligi hamda ijtimoiy sohalarni barqaror va uzluksiz elektr energiyasi bilan ta'minlash darajasiga bevosita bog'liq.[1] Elektr energetikasi mamlakat infratuzilmasining asosiy tayanchi bo'lib, ishlab chiqarish samaradorligi, iqtisodiy xavfsizlik va aholi farovonligini ta'minlashda muhim o'rin egallaydi.[1] Hozirgi kunda O'zbekistonda elektr energiyasi asosan issiqlik elektr stansiyalari, gidroelektr stansiyalari hamda qayta tiklanuvchi energiya manbalari — quyosh va shamol elektr stansiyalari orqali ishlab chiqarilmoqda. Ushbu energiya ishlab chiqaruvchi obyektlarning aksariyati yirik iste'mol markazlaridan geografik jihatdan uzoqda joylashgan bo'lib, bu holat elektr energiyasini uzoq masofalarga uzatishni talab etadi. Natijada elektr uzatish tarmoqlarida kuchlanish pasayishi, aktiv va reaktiv quvvat yo'qotishlari hamda energiya samaradorligining pasayishi kabi muammolar yuzaga keladi [2], [3]. Elektr energiyasini uzatish jarayonida yuzaga keladigan kuchlanish isroflari nafaqat texnik yo'qotishlarga, balki iqtisodiy zarar va elektr ta'minoti ishonchliligining pasayishiga ham olib keladi. Shu sababli elektr uzatish liniyalarida kuchlanish yo'qotishlarini kamaytirish, zamonaviy texnologiyalarni joriy etish va tarmoqlarning texnik holatini yaxshilash bugungi kunda dolzarb masalalardan biri hisoblanadi.[4]

Mazkur maqolada O'zbekiston energetika tizimidagi elektr energiyasini uzoq masofalarga uzatish jarayonida yuzaga keladigan kuchlanish yo'qotishlari batafsil tahlil qilinadi hamda ularni kamaytirishga qaratilgan texnik va tashkiliy chora-tadbirlar, jumladan yuqori kuchlanishli liniyalardan foydalanish, transformatsiya jarayonlarini optimallashtirish va zamonaviy energiya uzatish texnologiyalarini qo'llash imkoniyatlari ko'rib chiqiladi.[5]

O'zbekistonda elektr energiyasini uzatish tarmoqlarining hozirgi kundagi holatiga e'tibor qaratadigan bo'lsak, O'zbekistonning elektr uzatish tarmoqlari 0,4 kV dan 500 kV gacha bo'lgan kuchlanishlarda ishlaydi. Mamlakat bo'yicha 500 kV, 220 kV va 110 kV magistral liniyalar asosiy uzatish yukini ko'taradi. So'nggi yillarda energetika tizimida

modernizatsiya ishlari olib borilgan bo'lsa-da, ko'plab tarmoqlar 30–50 yil oldin qurilgan bo'lib, ularda qarshilikning oshishi, simlarning ishdan chiqishi, reaktiv quvvat yo'qotishlari va transformatorlarning eskirishi kuzatiladi. [3]



O'zbekiston sharoitida kuchlanish yo'qotishlari quyidagi omillar bilan bog'liq: [2]

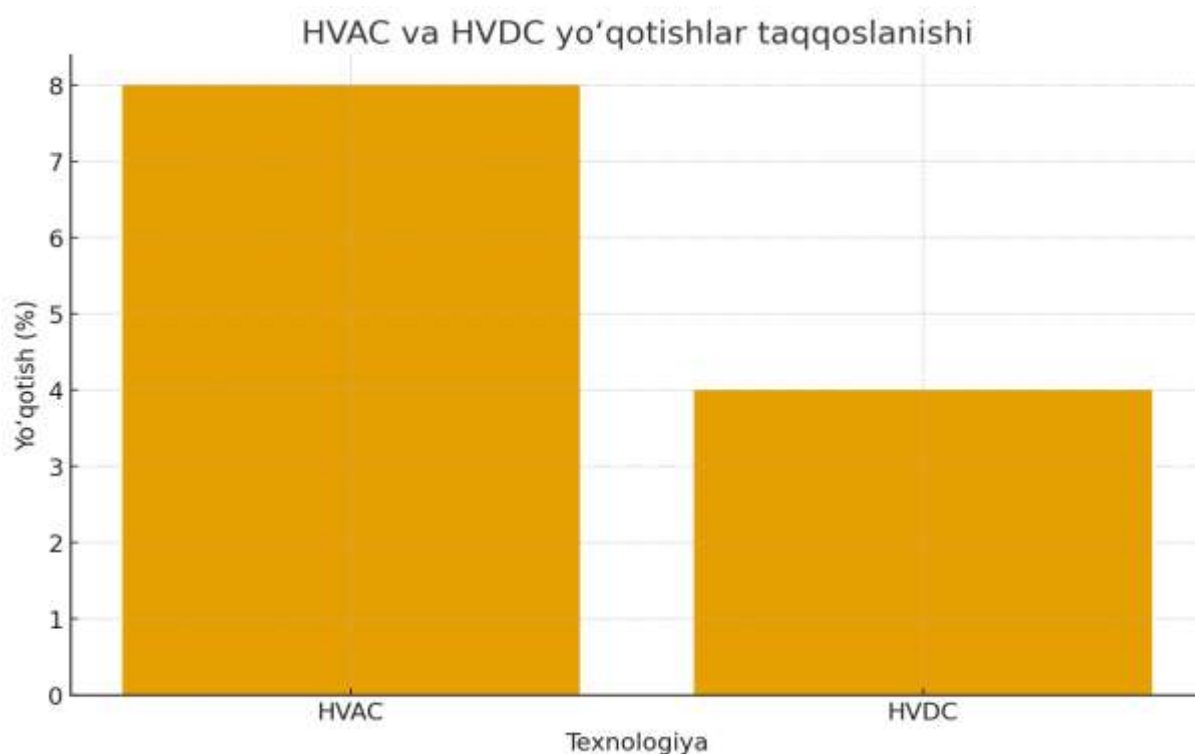
- Uzoq masofali liniyalarda ohmik qarshilikning yuqoriligi;
- Simlarning texnik jihatdan eskirgani;
- Reaktiv quvvatning katta miqdori;
- Transformatorlardagi energiya isrofi;
- Yuqori yuklama paytlarida tokning ortishi;
- Liniyalar bo'yicha notekis taqsimot.

Kuchlanish isrofini kamaytirish uchun yuqori kuchlanishda uzatishni kengaytirish kerak bo'ladi. O'zbekistonda 500 kV magistral liniyalari mavjud bo'lsa-da, ko'plab mintaqalarda hâlâ 110–220 kV tarmoqlar ustuvor. Kuchlanishni ko'tarish orqali tok kamayadi va shunga mos ravishda  $I^2R$  yo'qotishlari 2–4 baravar kamayadi. Shu sababli 750 kV va 1000 kV gacha bo'lgan liniyalar qurilishi istiqbolda muhim hisoblanadi.

Ko'plab transformator punktlari 1970–1985-yillarda o'rnatilgan. Ularni zamonaviy, yuqori samarali transformatorlar bilan almashtirish orqali energiya isroflarini 10–15%

gacha kamaytirish mumkin. Alyuminiy-po‘lat kompozit simlar, yuqori o‘tkazuvchan simlar, izolyatsiyalangan kabel tarmoqlaridan foydalanish orqali qarshilikni kamaytirish mumkin. Bu uzoq muddatli investitsiya bo‘lib, energiya tejamkorligini oshiradi.

Uzoq masofali uzatishda eng samarali yechimlardan biri — yuqori kuchlanishli to‘g‘ri tok (HVDC) liniyalaridir. Bu texnologiya AC tarmoqlarga nisbatan 30–40% kam yo‘qotishga ega. O‘zbekistonning Qirg‘iziston, Tojikiston va Qozog‘iston bilan energiya almashinuvida HVDC katta ahamiyatga ega bo‘lishi mumkin.



| Ko‘rsatkich                | HVAC     | HVDC      |
|----------------------------|----------|-----------|
| O‘rtacha yo‘qotish (%)     | 8–10     | 3–5       |
| Uzoq masofaga samaradorlik | O‘rtacha | Yuqori    |
| Investitsiya qiymati       | Pastroq  | Yuqoriroq |

SCADA va Smart-Grid tizimlari orqali yuklama real vaqt rejimida monitoring qilinadi. Bu avariya holatlarining oldini olish va yo‘qotishlarni optimallashtirish imkonini beradi. So‘nggi yillarda quyidagi yirik loyihalar amalga oshirilmoqda: [5]

- 500 kV «Sirdaryo–Olot» liniyasi modernizatsiyasi;
- 220 kV tarmoqlarning yangilanishi;
- Zamonaviy transformator podstantsiyalarini qurish;

- Qayta tiklanuvchi energiya manbalarini tarmoqqa ulash uchun rekonstruksiya.

Mazkur loyihalar yo‘qotishlarni 15–20% gacha kamaytirishga xizmat qiladi.

| Mintaqa                   | Masofa (km) | O‘rtacha yo‘qotish (%) | Tarmoq kuchlanishi |
|---------------------------|-------------|------------------------|--------------------|
| Toshkent – Sirdaryo       | 120         | 6.5                    | 220 kV             |
| Navoiy – Buxoro           | 90          | 4.8                    | 110 kV             |
| Surxondaryo – Qashqadaryo | 160         | 7.2                    | 220 kV             |

### **Xulosa.**

O‘zbekiston energetika tizimida elektr energiyasini uzoq masofalarga uzatish jarayonida yuzaga keladigan kuchlanish isroflarini kamaytirish masalasi mamlakatning barqaror iqtisodiy rivojlanishi va energiya xavfsizligini ta‘minlashda muhim strategik ahamiyatga ega. Elektr uzatish tarmoqlaridagi yo‘qotishlarning kamaytirilishi ishlab chiqarilgan elektr energiyasidan yanada samarali foydalanish, energiya tannarxini pasaytirish hamda iste‘molchilarni ishonchli elektr ta‘minoti bilan ta‘minlash imkonini beradi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, yuqori kuchlanishli elektr uzatish liniyalarini kengaytirish va ularning texnik holatini yaxshilash elektr energiyasini uzoq masofalarga uzatishda kuchlanish pasayishlarini sezilarli darajada kamaytiradi. Shuningdek, reaktiv quvvatni kompensatsiya qilish usullarini qo‘llash, transformator va podstantsiyalar ish rejimini optimallashtirish tarmoqlarda yuzaga keladigan texnik yo‘qotishlarni qisqartirishga xizmat qiladi. Bundan tashqari, yuqori kuchlanishli doimiy tok uzatish (HVDC) texnologiyalarini bosqichma-bosqich joriy etish elektr energiyasini katta masofalarga kam yo‘qotishlar bilan uzatish imkonini yaratadi. Eskirgan elektr uzatish tarmoqlarini modernizatsiya qilish, zamonaviy monitoring va avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini joriy etish esa energetika tizimining umumiy samaradorligi va ishonchliligini oshiradi. Umuman olganda, kuchlanish isroflarini kamaytirishga qaratilgan

kompleks texnik va tashkiliy chora-tadbirlarni amalga oshirish O'zbekiston energetika tizimining barqaror rivojlanishini ta'minlashda muhim omil bo'lib xizmat qiladi.

**Foydalanilgan adabiyotlar:**

1. O'zbekiston Respublikasi Energetika vazirligi ochiq ma'lumotlari, O'zbekiston Respublikasi Energetika vazirligi (<https://energy.gov.uz>).
2. Glover, J. D., Sarma, M. S., & Overbye, T. J., *Power System Analysis and Design*, **Cengage Learning**, 6-chi tahrir, **2017**. [BibBase](#)
3. IEEE Power and Energy Society materiallari, **IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)**, turli yillar.
4. Kundur, P., *Power System Stability and Control*, **McGraw-Hill Education**, **2006**. [McGraw Hill India](#)
5. O'zbekiston milliy elektr tarmoqlari (O'MET) hisobotlari, O'MET (hisobot yili ko'rsatiladi).