



UDK: 621.311.1:628.971:621.316

doi.10.70769/2181-284.ME.2(23).2026.14

SHAHARLAR ELEKTR YORITISH TARMOQLARINING ENERGIYA TEJAMKORLIGINI TADQIQ QILISH

Sa'dullayev Alaviddin Bobakulovich-f.m.f.n., prof.,

<https://orcid.org/0009-0007-9517-3877> e-mail: sadullayevalaviddin@gmail.com

Umurov Asror Pardayevich – t.f.f.d., dotsent,

<https://orcid.org/0009-0007-5051-6012> e-mail: asror30.03.1989@mail.ru

Qurbonova Munisaxon Sanjar qizi – magistr,

<https://orcid.org/0009-0002-1230-060> e-mail: munisakurbanova14@gmail.com

Sattarova Maxbuba Kuchar qizi - magistr

<https://orcid.org/0009-0005-9055-0288> e-mail: ahbubasattorova1992@gmail.com

Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi, O'zbekiston

Annotatsiya: Kirish. Maqolada shahar ko'chalarning elektr yoritish tarmoqlarida energiya tejamkor yorug'lik diodli elektr yoritkichlarning samarali qo'llanilishini o'ziga xos xususiyatlari, ularning ish rejimlarini avtomatik boshqarish va qayta tiklanuvchi muqobil energiya manbalari orqali uzluksiz elektr ta'minoti hisobiga tizimning energiya tejamkorligi va samaradorligini o'ttirish ilmiy jihatdan asoslab berilgan.

Usul va materiallar. Ushbu tadqiqot ishida mualliflar tomonidan elektrotexnik hisob, tajribaviy o'lchovlar va qiyosiy tahlil usullari qo'llanildi. Shaharlarni elektr yoritish tarmog'ini yorug'lik va elektr texnik hisob ishlari mos ravishda "Nuqtaviy" va quvvat isrofi koeffitsiyenti usullarida amalga oshirildi.

Natijalar. Maqolada shahar ko'chalarning elektr yoritish tarmog'ida o'rnatilgan yorug'lik diodli yoritkichlarni ish rejimlarini aqlli avtomatik boshqaruv hamda Quyosh fotoelektr batareyalaridan avtonom uzluksiz elektr ta'minotini amalga oshirish hisobiga tizimning energiya tejamkorligi darajasini ortishi eksperimental olingan natijalar va nazariy hisob ishlari asosida ilmiy jihatidan asoslab berilgan.

Xulosa. Mualliflar tomonidan tajribaviy tadqiqot va nazariy hisob natijalari asosida magistr ko'chalarni elektr yoritish tarmog'ining energiya tejamkorlik va samaradorlik ko'rsatkichlari bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqilgan.

Kalit so'zlar: Yorug'lik diodli LED rusumli elektr yoritkichlar, kontrolyor, akkumulyatorlar batareyasi, avtomatik boshqaruv qurilmasi, fotoelektrik batareya, energiya tejamkorlik, yorug'lik texnik parametrlar.

Дата поступления: 10.04.2026. После обработки: 24.04.2025 Принято печать: 22.06.2026

For citation: Sadullaev A.B., Umurov A.P., Kurbonova M., Sattarova M. Study of Energy Efficiency in Urban Electricity Lighting Networks. Alternative Energy. 2026. 2(23). pp. 151-159. (In Uz.)

УДК: 621.311.1:628.971:621.316

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ГОРОДСКИХ СЕТЕЙ ЭЛЕКТРООСВЕЩЕНИЯ

Саъдуллаев Алавиiddин Бобакулович-к.ф.-м.н., проф.,

<https://orcid.org/0009-0007-9517-3877> e-mail: sadullayevalaviddin@gmail.com

Умиров Асрор Пардаевич – PhD, доцент,

<https://orcid.org/0009-0007-5051-6012> e-mail: asror30.03.1989@mail.ru

Курбонова Мунисахон Санжар кизи – магистрант,

<https://orcid.org/0009-0002-1230-060> e-mail: munisakurbanova14@gmail.com



Саттарова Махбуба Кучар кизи - магистрант

<https://orcid.org/0009-0005-9055-0288> e-mail: ahbubasattorova1992@gmail.com

Каршинский государственный технический университет, Карши, Узбекистан

Аннотация: Введение. В статье научно обосновано эффективное применение энергосберегающих светодиодных светильников в городских сетях наружного освещения, их особенности, а также повышение энергоэффективности и производительности системы за счет автоматического управления режимами работы и непрерывного электроснабжения от возобновляемых источников энергии.

Методы и материалы. В данном исследовании авторами были использованы методы электротехнических расчётов, экспериментальных измерений и сравнительного анализа. Светотехнические и электротехнические расчёты системы наружного освещения городских территорий выполнялись соответственно с применением точечного метода и метода коэффициента потерь мощности.

Результаты. В статье на основе результатов экспериментальных исследований и теоретических расчётов научно обосновано повышение уровня энергоэффективности системы наружного освещения городских улиц за счёт внедрения интеллектуального автоматического управления режимами работы светодиодных светильников, а также организации автономного бесперебойного электроснабжения от солнечных фотоэлектрических батарей.

Заключение. На основании результатов экспериментальных исследований и теоретических расчётов авторами разработаны рекомендации по повышению энергоэффективности и эксплуатационной эффективности электрических сетей наружного освещения магистральных городских улиц.

Ключевые слова: Электрические светильники типа светодиодных (LED), контроллер, аккумуляторная батарея, устройство автоматического управления, фотоэлектрическая батарея, энергосбережение, светотехнические параметры.

UDC: 621.311.1:628.971:621.316

STUDY OF ENERGY EFFICIENCY IN URBAN ELECTRICITY LIGHTING NETWORKS

Sadullaev Alaviddin Bobakulovich – c.ph-m.s., Professor

<https://orcid.org/0009-0007-9517-3877> e-mail: sadullayevalaviddin@gmail.com

Umirov Asror Pardaeovich – PhD, Associate Professor,

<https://orcid.org/0009-0007-5051-6012> e-mail: asror30.03.1989@mail.ru

Kurbonova Munisaxon Sanjar kizi – Master's student,

<https://orcid.org/0009-0002-1230-060> e-mail: munisakurbanova14@gmail.com

Sattarova Makhbuba Kuchar kizi - Masters student

<https://orcid.org/0009-0005-9055-0288> e-mail: ahbubasattorova1992@gmail.com

Karshi State Technical University, Karshi, Uzbekistan

Abstract. Introduction. The article provides a scientific justification for the effective application of energy-efficient light-emitting diode (LED) luminaires in urban outdoor lighting networks, highlighting their distinctive features and demonstrating improvements in system energy efficiency and performance through automatic control of operating modes and continuous power supply from renewable energy sources.

Methods and Materials. In this study, the authors employed electrical engineering calculations, experimental measurements, and comparative analysis methods. The photometric and electrical calculations of urban outdoor lighting systems were carried out using the point-by-point method and the power loss coefficient method, respectively.



Results. Based on the results of experimental investigations and theoretical calculations, the study scientifically substantiates the enhancement of energy efficiency in urban street lighting systems through the implementation of intelligent automatic control of LED luminaire operating modes and the provision of autonomous uninterrupted power supply using solar photovoltaic panels.

Conclusion. Based on the findings of experimental research and theoretical calculations, recommendations were developed to improve the energy efficiency and operational performance of electrical networks used for lighting major urban streets.

Keywords: light-emitting diode (LED) luminaires, controller, battery storage system, automatic control device, photovoltaic panel, energy saving, lighting parameters.

Kirish.

Dunyoning rivojlangan mamlakatlarida bugungi kunda yillik ishlab chiqarilgan elektr energiyasining oʻrtacha 17-18% atrofida elektr yoritish tarmoqlarida isteʼmol qilinishi, ushbu sohada elektr energiyasi sarfini sezilarli darajada kamaytirishni taʼminlay oladigan energiya tejamkor elektr yoritkichlar va iqtisodiy samaradorlik koʻrsatkichlari yuqori boʻlgan innovatsion texnologiyalarni samarali qoʻllanilishini talab etmoqda. Shu maʼnoda zamonaviy shahar infratuzilmasi elektr yoritish tarmoqlarida monokristal kremniy materiali asosida tayyorlangan Quyosh batareyalaridan avtonom elektr taʼminot oluvchi va ish rejimlari avtomatik boshqariladigan energiya tejamkor yorugʻlik diodli LED rusumli elektr yoritkichlarni samarali qoʻllanilishi bugungi kunda dolzarb masalalardan hisoblanadi.

Elektr yoritish sohasida dunyo miqyosida olib borilayotgan ilmiy-tadqiqot ishlarining chuqur tahlillari shuni koʻrsatdiki, shaharlar infratuzilmasining zamonaviy elektr yoritish tarmoqlarida qoʻllanilayotgan elektr yoritkichlarning rusumlarini toʻgʻri tanlanishi, ish rejimlarini avtomatik boshqaruvi hamda isteʼmolchilarni qayta tiklanuvchi energiya manbalari asosida uzluksiz avtonom elektr taʼminoti jarayonlari bilan uzviy bogʻliq boʻlgan qator masalalar bugungi kunga qadar oʻzining ijobiy yechimini topmagan [1-5]. Nufuzli ilmiy manbalarda yoritilgan maʼlumotlarga asoslanib [6-8], ushbu maqolada energiya tejamkor yorugʻlik diodli LED rusumli elektr yoritkichlar qoʻllanilgan shahar elektr yoritish tarmoqlarining ish rejimlarini avtomatik boshqarish va monokristal kremniy materiali asosida tayyorlangan Quyosh batareyasi orqali avtonom elektr taʼminoti hisobiga elektr yoritish tarmogʻining energiya tejamkorlik hamda iqtisodiy samaradorlik koʻrsatkichlarining ortishini ilmiy jihatdan asoslovchi eksperimental tadqiqotlar va nazariy hisob ishlari asosida natijalar batafsil yoritildi. Agarda shaharlar infratuzilmasining zamonaviy elektr yoritish tarmoqlari, ularda isteʼmol qilinayotgan elektr energiyasi miqdori va qoʻllanilgan elektr yoritkichlarining ekologik xususiyatlariga hozirgi vaqtda qoʻyilayotgan talablarga nisbatan baholansa, ushbu tadqiqot ishi oʻziga xos boʻlgan muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi.

Tadqiqot ishining maqsadi, vazifalari va uslubiyoti

Ilmiy-tadqiqot ishida shahar koʻchalarining yoritilayotgan maydon yuzasini meyoriy va sifatli yoritilganligi taʼminlangan holatda elektr yoritish qurilmasini tashkil etuvchi har bir ishchi elementini toʻgʻri tanlash, elektr yoritish tarmogʻining ish rejimlarini inson omili ishtirokisiz ishlaydigan aqlli avtomatik boshqaruv tizimini yaratish va isteʼmolchilarni yarimoʻtkazgichli monokristal kremniy materiali asosida tayyorlangan Quyosh batareyasi orqali uzluksiz avtonom elektr taʼminotini amalga oshirish natijasida tizimning energiya tejamkorligi hamda samaradorligini tadqiqot natijalariga muvofiq holda ilmiy asoslash asosiy maqsad qilib olindi.

Maʼlumki, isteʼmolchilarni uzluksiz va sifatli energiya taʼminotini amalga oshirishda, elektr energiyasini olis masofalarga uzatish jarayonida sodir etiladigan energiya isrofi energetika tizimining asosiy masalalaridan biri hisoblanadi [9-15]. Shu sababli tadqiqot ishida elektr yoritish tarmogʻida oʻrnatilgan isteʼmolchilarni uzluksiz va sifatli elektr energiyasi taʼminotini amalga oshirish hamda elektr energiyasini olis masofalarga uzatish jarayonida sodir etiladigan energiya isrofini yoʻqotish maqsadida muqobil energiya manbasi sifatida monokristal kremniy materiali asosida tayyorlangan Quyosh batareyasi tanlab olindi. Ushbu holatda isteʼmolchilarni uzluksiz elektr taʼminoti, akkumulyatorlar batareyasining asosiy tavsiflovchi parametrlari, oʻziga xos



xususiyatlari va ishchi harorati diapazonining kengligi bilan uzviy bog‘ligini qat’iy hisobga olgan holda, ishchi harorat diapazoni $T_{ish} = -30 \div +60 \text{ }^{\circ}\text{C}$ bo‘lgan litiy - ionli akkumulyatorlar batareyasi tanlab olindi. Nazariy hisob ishlari asosida akkumulyatorlar batareyasini zaryadlanish va zaryadsizlanishi jarayonining nazoratini amalga oshirish uchun tanlangan TP4056 rusumli kontrollor qurilmasining asosiy tavsiflovchi parametrlari quyidagi 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval.

TR4056 rusumli kontrollor qurilmasining tavsiflovchi asosiy kattaliklari.

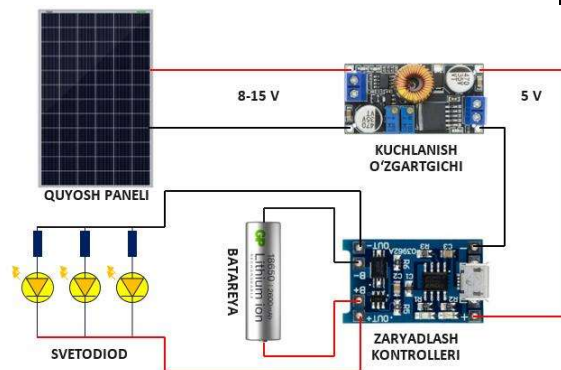
T/r	Tavsiflovchi asosiy kattaliklari	Kattaliklarning son qiymatlari
1.	Zaryadlanish sathini aniqlik darajasi	1,5%
2.	Kirish kuchlanishi	$4,3 \div 8 \text{ V}$
3.	Chiqish kuchlanishi	$4,3 \div 15 \text{ V}$
4.	Tok kuchining maksimal qiymati	1 A
5.	Ishchi harorat diapazoni	$-10 \div +85 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Monokristal kremniy materiali asosida tayyorlangan Quyosh panelining ishchi sirti yuzasiga tushayotgan Quyosh insolyatsiyasiga bog‘liq holatda tanlangan akkumulyatorlar batareyasidagi elektr kuchlanishi $U_A = 3 \div 10 \text{ V}$ oralig‘ida o‘zgarishi mumkinligi va zaryadlash uchun 5 V kuchlanish talab etilishi sababli, elektr kuchlanishni barqarorlashtirish maqsadida tavsiflovchi asosiy kattaliklari quyidagi 2-jadvalda keltirilgan o‘zgarish kuchlanish o‘zgartirgichdan foydalanildi.

2-jadval.

Kuchlanish o‘zgartirgichning tavsiflovchi asosiy kattaliklari.

T/r	Tavsiflovchi asosiy kattaliklari	Kattaliklarning son qiymatlari
1.	Kirish kuchlanishi	$3,5 \div 15 \text{ V}$
2.	Chiqish kuchlanishi	5 V
3.	Chiqish tok kuchi	3 A gacha
4.	Kuchlanishni o‘zgartirish samaradorligi	95 %
5.	Ishchi harorat diapazoni	$-10 \div +85 \text{ }^{\circ}\text{C}$



1-rasm. Elektr yoritish qurilmasining sxemasi.

Ma’lumki, Quyoshdan tushayotgan yorug‘lik hisobiga tabiiy yoritilganlik vaqtining yil davomida o‘zgarib borishi, sun’iy elektr yoritish tarmoqlarida o‘rnatilgan yoritkichlarning bir sutka davomida ishlash vaqtini o‘zgarishiga olib keladi. Masalan, Qarshi shahri sharoitida elektr yoritkichlarning o‘rtacha yonib turish vaqti iyun oyida 8 soatni, dekabr oyida esa 12 soatni tashkil etadi [16]. Bunday holatlarda iste’molchilarni uzluksiz elektr ta’minotini amalga oshirish uchun akkumulyatorlar batareyasni va elektr yoritish tarmog‘ida qo‘llanilgan yoritkichlarni nominal quvvatlarini optimal qiymatlarini tanlash talab etiladi. Chunki, yilning eng qisqa kunida Quyosh paneli akkumulyatorlar batareyasini to‘liq zaryadlashi va unda jamlangan elektr energiyasi miqdori, elektr yoritkichlarni butun ishlash vaqti davomida uzluksiz ta’minoti uchun yetarli bo‘lishi



shartligini qat'iy hisobga olgan holda Quyosh batareyasi tomonidan kuniga ishlab chiqariladigan W_k - elektr energiyasi miqdori quyidagi (1) tenglamadan aniqlandi:

$$W_k = P_{q.b} \cdot t_k \quad (1),$$

bu yerda, $P_{q.b}$ - Quyosh batareyasining nominal quvvati, t_k - bir sutka davomida yorug'likli kunning davomiylik vaqti.

Elektr yoritish tarmog'ida qo'llanilgan energiya tejamkor LED rusumli yoritkichlarni uzluksiz elektr ta'minoti uchun talab etiladigan $W_{Y.D}$ - elektr energiyasi miqdori quyidagi (2) tenglamadan aniqlandi:

$$W_{Y.D} = P_{Y.D} \cdot t_q \quad (2),$$

bu yerda, $P_{Y.D}$ - LED rusumli elektr yoritkichning nominal quvvati, t_q - bir sutkada qorong'ulikli kunning davomiylik vaqti.

Shahar ko'chalarini "Shaharsozlik normalari va qoidalari"da (ShNQ) belgilangan $E_M = 10$ Lk meyoriy yoritilganlikni ta'minlash uchun tanlangan energiya tejamkor yorug'lik diodli elektr yoritkichlarni tashqi ko'rinishi va tashkil etuvchi elementlari 2-rasmda tasvirlangan hamda tavsiflovchi asosiy parametrlari to'g'risida ma'lumotlar 3-jadvalda keltirildi.

3-jadval.

Yorug'lik diodli elektr yoritkichning tavsiflari.

Elektr yoritkichning rusumi	Led Favourite JX-SSL-A1
Nominal quvvati	50 W
Yorug'lik diodlari soni	60 ta
Yoritkichdan tarqalayotgan yorug'lik oqimi	4 000 Lm
Yorug'likni tushish burchagi,	120 gradus
Yorqinlikni boshqarish	Mumkin
Ishchi harorat,	$-40 \div +60$ °C
Xizmat muddati	50 000 soat
Kafolat muddati	5 yil
Quyosh paneli materiali	Monokristal kremniy
Quyosh paneli nominal quvvati	5 W
Akkumulyatorlar batareyasi rusumi	32650 litiy - ionli
Akkumulyatorlar batareyasida energiya miqdori	3,5 B, 4 A
Quyoshli kunda akkumulyatorlar batareyasining zaryadlanish vaqti	4-5 soat
Elektr yoritkichni uzluksiz energiya ta'minoti	12 soat



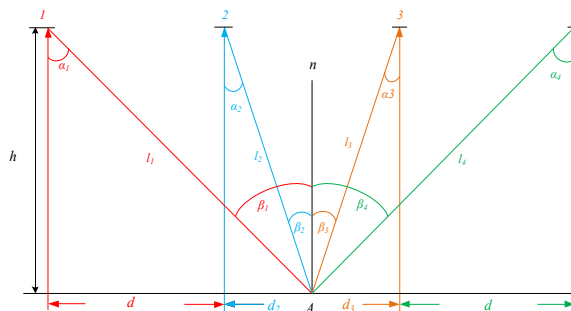
2-rasm. Yorug'lik diodli elektr yoritkichni tashqi va ichki tomondan ko'rinishi.

ShNQda meyoriy yoritilganlik $E_M = 10$ Lk miqdorida belgilangan yo'lining elektr yoritish tarmog'ida o'rnatilgan Quyosh panelidan ta'minot oluvchi LED rusumli elektr yoritkichlarni yorug'lik - texnik hisob ishlari quyidagi tartibda bajarildi, bunda hisob ishlarini bajarish uchun talab etiladigan boshlang'ich ma'lumotlar:

- yo'lining uzunligi - $l = 1200$ m;
- yo'lining kengligi - $d = 3$ m;
- meyoriy yoritilganlik - $E_M = 10$ Lk;
- foydali ish koeffitsiyenti - $\eta = 0,45$



- zahira koeffitsiyenti - $k = 0,4$.
- tanlangan elektr yoritkichning nominal quvvati - 50 Vt;
- yoritkichdan tarqaladigan yorug'lik oqimi - 8 000 Lm.



3-rasm. Yoritilayotgan maydon yuzasining minimal yoritilganligi chizmasi.

Yo'lning yoritilayotgan maydon yuzasi (3) tenglamadan aniqlandi:

$$E = \frac{F \cdot \eta \cdot k}{S} \quad (3),$$

bu yerda E - meyoriy yoritilganlik, F - bitta elektr yoritkichdan tarqalayotgan yorug'lik oqimi, k - zahira koeffitsiyenti, η - elektr yoritkichning foydali ish koeffitsiyenti. Tenglamadagi kattaliklarning boshlang'ich ma'lumotlarda keltirilgan son qiymatlarini qo'yib, tegishli matematik amallarni bajarib, yo'lning yoritilayotgan sirt yuzasi aniqlandi:

$$S = \frac{F \cdot \eta \cdot k}{E} = \frac{4\,000 \cdot 0,45 \cdot 0,5}{10} \approx 90 \, m^2.$$

Yoritkichlar o'rnatilgan ustunlar orasidagi masofa (4) tenglamadan aniqlandi:

$$L = \frac{S}{d} \quad (4), \quad L = \frac{S}{d} = \frac{90 \, m^2}{3 \, m} \approx 30 \, m.$$

Yoritkichlar o'rnatilgan ustunlar soni (5) tenglamadan aniqlandi:

$$N = \frac{l}{L} \quad (5), \quad N = \frac{l}{L} = \frac{1\,200 \, m}{30 \, m} \approx 40 \, ta.$$

Ko'chaning meyoriy yoritilganligini eksperimental olingan natijalarga asoslanib tadqiq qilish maqsadida bir qatorda joylashtirilgan yorug'lik diodli elektr yoritkichlar tomonidan eng minimal yoritilgan, 3-rasmida A harfi bilan belgilangan 3 ta nuqtada yoritilganlikning son qiymati raqamli lyuksmetr bilan aniqlanib, o'lchash natijalari quyidagi 4-jadvalda keltirildi.

4-jadval.

Yoritilayotgan maydon yuzasining minimal yoritilganligi ko'rsatkichlari.

Yoritilganlik, Lk	Minimal yoritilgan 1-nuqta	Minimal yoritilgan 2-nuqta	Minimal yoritilgan 3-nuqta	Yoritilganlikning o'rtacha qiymati, Lk
E_1 , Lk	9,1	10,3	9,6	$\approx 9,7$
E_2 , Lk	9,7	9,9	10,2	$\approx 9,9$
E_3 , Lk	9,6	9,3	10,5	$\approx 9,8$

Yuqoridagi 4-jadvalda keltirilgan tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, yo'lning butun uzunligi bo'yicha yoritilayotgan maydon yuzasining ShNQda belgilangan meyoriy yoritilganligi, tashqi elektr yoritish tarmog'i tomonidan talab darajasida ta'minlandi. Asosiy tavsiflovchi kattaliklari to'g'risida ma'lumotlari yuqorida keltirilgan energiya tejankor yorug'lik diodli LED rusumli elektr yoritkichning nominal quvvati $P_n = 50 \, Vt$ ekanligi hisobga olinsa, $t = 12$ soat ishlash vaqtida o'rtacha $W = P_n \cdot t = 50 \cdot 12 = 600 \, Vt \cdot soat$ elektr energiyasini iste'mol qiladi. Shu sababli elektr yoritkichlarni uzluksiz energiya ta'minotini ta'minlash maqsadida tanlangan monokristal krmeniy materialidan tayyorlangan Quyosh paneli va akkumulyatorlar batareyasining tavsiflovchi asosiy kattaliklari quyidagi tartibda olindi:

- Quyosh panelining chiqish kuchlanishi va nominal quvvati - 4,5 V / 5 Vt;



- Akkumulyatorlar batareyasining chiqish kuchlanishi va токи - 3,2 V / 4 A;
- LED rusumli yorug'lik diodli elektr yoritkichning quvvati - 100 Vt;
- Elektr yoritkichlarni yonish, ya'ni o'rtacha ishlash vaqti dekabr oyida - 12 soat.

Yoritkichlarni tavsiflovchi asosiy kattaliklarini hisoblash: Ko'chaning elektr yoritish tarmog'ida iste'mol qilingan elektr energiyasi miqdori quyidagi tartibda hisoblandi. Tashqi elektr yoritish tarmog'ida energiya tejamkor yorug'lik diodli LED rusumli yoritkichlar qo'llanilgan holatda istemolchilarning P_{or} - o'rnatilgan quvvati barcha yoritkichlarni nominal ishchi holatida quyidagicha aniqlandi:

$$P_{or} = N \cdot P_0 = 40 \cdot 50 \text{ Vt} = 2 \text{ kVt}.$$

Demak, tadqiqot obektida iste'molchilarning o'rnatilgan quvvatining son qiymati $P_{or} = 2 \text{ kVt}$ bo'lib, ularning barchasi elektr energiyasi ta'minotini alohida avtonom Quyosh panellaridan oladi. Shu sababli iste'molchilarni uzluksiz elektr ta'minotini amalga oshirish uchun akkumulyatorlar batareyasining sig'imini va rusumini to'g'ri tanlash maqsadida quyidagi 5 - javalda elektr yoritish tarmog'i iste'molchilarini o'rtacha 10 soat ishlash vaqti davomida sarflangan elektr energiyasi miqdori to'g'risida ma'lumotlar keltirildi.

5-jadval.

Elektr yoritish tarmog'i iste'molchilarini tavsiflovchi asosiy parametrlari.

Elektr energiyasi iste'molchilarining turi	Iste'molchilarining soni	Iste'molchilarning o'rnatilgan quvvati	Bir sutka davomida o'rtacha ishlash vaqti	Jami iste'mol qilingan elektr energiya miqdori
Yorug'lik diodli LED rusumli yoritkichlar	40	2 kW	10 soat	$\approx 20 \text{ kVt} \cdot \text{soat}$

Elektr yoritish tarmog'ida o'rnatilgan yoritkichlarning o'rtacha 10 soat ishlash vaqti davomida iste'mol qilingan W_{ee} - elektr energiyasi miqdori quyidagicha hisoblandi:

$$W_{ee} = P_{or} \cdot t = 2 \text{ kVt} \cdot 10 \text{ soat} = 20 \text{ kW} \cdot \text{soat}.$$

Iste'molchilarni uzluksiz elektr ta'minotini amalga oshirish uchun tanlangan akkumulyatorlar batareyasining sig'imini to'g'ri aniqlash maqsadida elektr yoritish tarmog'iga ulangan kontrolyor va boshqa qo'shimcha elementlarda energiya sarfini hisobga oluvchi $k = 1,1$ koeffitsiyentni elektr yoritkichlari tomonidan bir sutkada o'rtacha ishlash vaqti davomida iste'mol qilingan W_{ee} - elektr energiya miqdoriga ko'paytirgan holatda aniqlandi:

$$W_{eeM} = W_{ee} \cdot k = 20 \text{ kW} \cdot \text{soat} \cdot 1,1 \approx 22 \text{ kW} \cdot \text{soat}.$$

Elektr yoritish tarmog'ida bir yil davomida iste'mol qilingan W_{eeY} - elektr energiyasining o'rtacha qiymati quyidagicha aniqlandi:

$$W_{eeY} = W_{eeM} \cdot N \approx 52,8 \text{ kW} \cdot \text{soat} \cdot 365 \approx 19,3 \text{ MW} \cdot \text{soat}.$$

Elektr energiyasi iste'molini bunday tartibda hisoblashda tashqi elektr yoritish tarmog'ida qo'llanilgan elektr yoritkichlarining o'rnatilgan quvvati qanday bo'lishidan qat'iy nazar akkumulyatorlar batareyasining sig'imini elektr yoritish tizimidagi iste'molchilarning o'rnatilgan quvvatiga nisbatan 10 % zaxira qiymati bilan tanlash nazarda tutildi.

Yorug'lik diodli elektr yoritkichlarni ish rejimini fotodatchikli avtomatik boshqarish qurilmasi. Bugungi kunda mamlakatimiz energetika tizimida energiyani tejash masalasi asosan quyidagi ikki usulda amalga oshirilmoqda:

- tizimda energiya tejamkor elektr qurilmalarni qo'llash;
- tizimdagi elektr qurilmalarni ish rejimlarini avtomatik boshqarish.

Ushbu tadqiqot ishida, energiya tejamkorlikni amalga oshirilishining yuqorida keltirilgan har ikkala usuli ham qo'llanilgan, ya'ni birinchi usuliga asosan tashqi elektr yoritish tarmog'ida energiya tejamkor yorug'lik diodli LED rusumli elektr yoritkichlari o'rnatilgan, ikkinchi usuliga ko'ra esa elektr yoritkichlarni ish rejimlari fotodatchiklar orqali avtomatik boshqarish qurilmalari qo'llanildi.



Elektr yoritish tarmog'ini avtomatik boshqaruv tizimi asosan quyidagi elektron qurilmalardan iborat:

- 3,2 V chiqish elektr kuchlanishli AKB;
- Nominal quvvati 50 W bo'lgan yorug'lik diodli LED rusumli elektr yoritkich;
- Yorug'lik sensorli LDR rusumli fotodatchik;
- Elektr zanjirini uzish yoki qo'shish uchun mo'ljallangan rele.

Ma'lumki, ShNQga asosan o'rganilayotgan hududning meyoriy yoritilganligi $E_M \approx 10$ Lk miqdorida belgilanganligini qat'iy hisobga olgan holda, yoritilayotgan maydon sirt yuzasining bir tekis yoritilganligi bir nechta tanlangan nuqtalarda solishtirma quvvat usulida olingan o'lchash natijalari quyidagi 6-jadvalda keltirildi.

6 - jadval.

Maydon sirti yuzasining yoritilganlik ko'rsatkichlari.

Elektr yoritkich-ning rusumi	Elektr yoritkichning quvvati	Sirt yuzasining yoritilganligini maksimal va minimal qiymatlari	Sirt yuzasining o'rtacha yoritilganligi
Led Favourite JX SSL-A1	100 Vt	$E_{\max}=10,7$ Lk $E_{\min}=9,6$ Lk	$E_{o'rt}=10,2$ Lk

Elektr yoritish tarmog'ini yorug'lik va elektr texnik hisob natijalari asosida aniqlangan yoritgichlar soni, ularni tayanchlarda o'rnatilishi balandligi va ish rejimida sodir etiladigan kuchlanish isroflari bo'yicha eksperimental olingan natijalar quyidagi 7-jadvalda keltirildi.

7-jadval.

Tarmoqdagi elektr yoritkichlarning yorug'lik va elektr texnik parametrlari.

Yoritkichlarni rusumi	Yoritkich-larn soni	Yoritkichlarni o'rnatilish balandligi (m).	Yoritkichlar orasidagi masofa (m).	ΔU – Elektr yoritish tarmog'idagi kuchlanish isrofi
JX SSL-A1	40	6	30	1,2 %

Eksperimental tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, har bir muayyan holatda meyoriy yoritilganlikni ta'minlash maqsadida tanlangan yoritkichlarning rusumi va ularning soni jihatidan ShNQ talabalariga to'liq javob beradi. Tarmoqdagi elektr yoritkichlarning quyidagi tenglamadan aniqlangan P_{orr} - o'rnatilgan quvvati, ularning soni, sutka davomida ishlash vaqti va iste'mol qilingan elektr energiyasining maksimal yuklama holatida hisoblab topilgan son qiymatlari 8-jadvalda keltirilgan.

$$P_{orr} = 40 \cdot 0,05 \text{ kW} = 2 \text{ kW}.$$

8-jadval

Tarmoqdagi elektr yoritkichlarning parametrlari va iste'mol qilingan energiyasi.

Elektr yoritkichlarning rusumi	Elektr yoritkichlarning soni	O'rnatilgan quvvati (kW)	Bir sutka davomida ishlash vaqti (soat)	Iste'mol qilingan elektr energiya miqdori (kW·soat)
JX SSL-A1	40	2	10 soat	20 kW·soat

Yuqoridagi 8-jadvalda keltirilgan elektr yoritish tarmog'ida bir sutka davomida o'rtacha ishlatilish vaqtiga bog'liq holatda iste'mol qilingan W_{EE} - elektr energiyasi miqdorlari quyidagicha aniqlandi:

$$W_{EE} = 2 \text{ kW} \cdot 10 \text{ soat} = 20 \text{ kW} \cdot \text{soat}.$$

Elektr yoritish tarmog'ining energiya tejamkorlik va samaradorlik ko'rsatkichlarini aniqlash maqsadida tarmoqda bir yil davomida o'rtacha iste'mol qilingan elektr energiyasi miqdorlari har ikki holatda quyidagicha aniqlandi:

$$W_Y = W_{EE} \cdot t = 20 \text{ kW} \cdot \text{soat} \cdot 365 \approx 7,3 \text{ MVt} \cdot \text{soat}.$$

Yuqoridagi keltirilgan tadqiqot natijalarining tahlillari shuni ko'rsatdiki, energiya tejamkor yorug'lik diodli LED rusumli fotoelektrik batareyali va harakat datchikli yoritkichlar qo'llanilganda iste'molchilarning o'rnatilgan quvvati $P_{orr} = 2$ kWni tashkil etdi. Ushbu natija shuni anglatadiki,



bir yil davomida elektr yoritish tarmog'ida iste'mol qilingan elektr energiya miqdori 7,3 MVt·soatni tashkil etdi. Agarda energiya tejamkor yorug'lik diodli yoritkichlarni uzluksiz elektr ta'minoti fotoelektrik batareyalar tomonidan amalga oshirilishi hisobga olinsa, u holda ushbu elektr yoritish tarmog'ining energiya tejamkorligi va samaradorlik ko'rsatkichlariga nisbatan ahamiyati yanada ortadi.

Xulosalar.

➤ Tadqiqot ishida asosiy maqsad qilib, monokristal kremniy materiali asosida tayyorlangan Quyosh fotoelektr batareyasidan ta'minot oluvchi energiya tejamkor yorug'lik diodli LED rusumli elektr yoritkichlar o'rnatilgan elektr yoritish tarmog'ining energiya tejamkorlik va iqtisodiy samaradorlik ko'rsatkichlarini oshirishni ilmiy jihatidan asoslash olindi.

➤ Elektr yoritish tarmog'i iste'molchilarini uzluksiz va sifatli elektr ta'minotini amalga oshirish maqsadida monokristal kremniy asosida tayyorlangan Quyosh panellarining xarakteristikalari tadqiq qilinib, olingan natijalar dastlabki holatdagi elektr ta'minoti tizimi bilan qiyosiy taqqoslash asosida tahlil qilindi.

➤ Olingan eksperimental tadqiqot natijalari asosida tanlangan Quyosh paneli va akkumulyatorlar batareyasi tashqi elektr yoritish tarmog'ida o'rnatilgan iste'molchilarni to'liq ishlash vaqti davomida uzluksiz elektr energiya ta'minotini amalga oshirish imkoniyatiga ega ekanligi aniqlandi.

➤ Tashqi elektr yoritish tarmog'ida o'tkazilgan tadqiqot natijalari va nazariy hisob ishlari asosida yorug'lik diodli LED rusumli elektr yoritkichlari o'rnatilgan holatda energiya tejamkorlik va iqtisodiy samaradorlik ko'rsatkichlarini ortishi ilmiy jihatidan asoslab berildi va tavsiyalar ishlab chiqildi.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

- [1]. Ellis J. Pressure Transients in Water Engineering. *Glasgow*: Thomas Telford Publishing Ltd, 2008. ISBN 978-0-7277-3592-8.
- [2]. Арутюнян А.А. Основы энергосбережения. Монография. М.: Энергосервис, 2014.
- [3]. Кунгс Я.А., Михеева Н.Б., Паникаев Р.А. Техничко-экономические предпосылки использования светодиодов в установках технологического освещения на предприятиях // Вестник КрасГАУ. 2009. № 10. С. 124–128.
- [4]. Tiwari G.N., Mishra R.K. Advanced Renewable Energy Sources. New Delhi: Indian Institute of Technology Delhi, 2012. ISBN 978-1-84973-380-9.
- [5]. Зотин О.Т. Автоматизированные системы управления наружным освещением: актуальные вопросы проектирования и эксплуатации, перспективы развития // СТА. 2008. № 1. С. 20–23.
- [6]. Светодиодное освещение [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Светодиодное_освещение (дата обращения: 09.06.2026).
- [7]. Адриан В. Основы освещения автодорог // Светотехника. 2004. № 5. С. 2–12.
- [8]. Philips Lumileds. *LUXEON® K2 Datasheet DS51*. 30 July 2007.
- [9]. Курилиш меъёрлари ва қоидалари. ҚМҚ 2.04.17-2019. Тошкент, 2019.
- [10]. Rehg J.A., Sartori G.J. Industrial Electronics. Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2006.
- [11]. Хейз К. Современные подходы к качественному и недорогому энергоэффективному освещению // Современная светотехника. 2013. № 6. С. 59–61.
- [12]. Дорожное освещение [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Дорожное_освещение (дата обращения: 09.06.2026).
- [13]. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. Строительные нормы и правила. М., 2003.
- [14]. Казаринов Л.С., Шнайдер Д.А., Барбасова Т.А., Вставская Е.В. Автоматизированные системы управления энергоэффективным освещением. Монография. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2011. 208 с.
- [15]. Sa'dullayev A.B., Zaripov O.O., Umirov A.P. Elektr ta'minoti tizimida muqobil energiya manbalari. O'quv qo'llanma. Toshkent: Yosh avlod matbaa, 2022.