



UDK 711.4:620.91:699.86

SHAHAR INFRATUZILMASIDA "YASHIL BINO" TEXNOLOGIYALARI:  
BINOGA INTEGRATSIYALASHGAN FOTOELEKTR TIZIMLARINING (BIPV)  
SAMARADORLIGI.

O'rinov Murodjon Zayni o'g'li

TAQU, "Shahar infratuzilmasi" kafedrasida t.f.f.d., (PhD) v.b. dots.,

Tal'atova Nilufar Umid qizi

2-bosqich bakalavri

**Annotatsiya:** Ushbu maqolada zamonaviy shahar infratuzilmasining ajralmas qismi bo'lgan "Yashil bino" konsepsiyasi va unda qayta tiklanuvchi energiya manbalarida foydalanish masalalari tadbiq etilgan. Xususan, binolarning fasad va tom qismlariga integratsiyalashgan fotoelektr tizimlarining (BIPV) texnik hamda iqtisodiy afzalliklari tahlil qilingan. O'zbekiston iqlim sharoitida ushbu texnologiyalarni qo'llash orqali binolarning energiya mustaqilligiga erishish va atrof-muhitga chiqarilayotgan zararli gazlarni kamaytirish imkoniyatlari ko'rib chiqilgan.

**Kalit so'zlar:** Shahar infratuzilmasi, yashil bino, qayta tiklanuvchi energiya, BIPV, fotoelektr panellar, energiya samaradorligi, ekologik barqarorlik.

**Аннотация:** В данной статье рассматривается концепция «зеленого здания», являющаяся неотъемлемой частью современной городской инфраструктуры, а также вопросы использования возобновляемых источников энергии в ее рамках. В частности, проанализированы технические и экономические преимущества фотоэлектрических систем, интегрированных в фасады и кровлю зданий (BIPV). Рассмотрены возможности применения данных технологий в климатических условиях Узбекистана для достижения энергетической независимости зданий и снижения выбросов вредных веществ в окружающую среду.

**Ключевые слова:** Городская инфраструктура, зеленое здание, возобновляемая энергия, BIPV, фотоэлектрические панели, энергоэффективность, экологическая устойчивость.

**Annotation:** This article examines the "Green Building" concept, which is an integral part of modern urban infrastructure, and explores the application of renewable energy sources within it. In particular, the technical and economic advantages of building-integrated photovoltaic systems (BIPV) applied to building façades and roofs are analyzed. The study also considers the potential of implementing these technologies under the climatic conditions of Uzbekistan to achieve building energy independence and to reduce harmful emissions into the environment.

**Keywords:** Urban infrastructure, green building, renewable energy, BIPV, photovoltaic panels, energy efficiency, environmental sustainability.

KIRISH



Insoniyat bugungi kunda global iqlim o'zgarishi, tabiiy resurslarning kamayishi va ekologik vaziyatning yomonlashishi kabi jiddiy muammolarga duch kelmoqda. Zamonaviy urbanizatsiya jarayonlari natijasida shaharlar kengayib, energiya iste'moli keskin ortib bormoqda. Dunyo miqyosidagi statistik ma'lumotlarga ko'ra, jami ishlab chiqarilayotgan elektr energiyasining qariyb 40 foizi va ajralib chiqayotgan karbonat angidrid gazining salmoqli qismi aynan binolardan foydalanish jarayoniga to'g'ri keladi. Bu esa qurilish sohasida an'anaviy yondashuvlardan voz kechib, energiya tejankor va ekologik barqaror "Yashil bino" (Green Building) konsepsiyasiga o'tishni taqozo etmoqda.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining qayta tiklanuvchi energiya manbalarini keng joriy etish bo'yicha qabul qilgan farmon va qarorlari shahar infratuzilmasini modernizatsiya qilishda muhim poydevor bo'lib xizmat qilmoqda. Ayniqsa, aholi punktlari va sanoat ob'ektlarida energiya ta'minoti uzluksizligini ta'minlash uchun binolarning o'zini energiya manbaiga aylantirish - bugungi kunning eng dolzarb vazifalaridan biridir.

Ushbu yo'nalishda BIPV (Building Integrated Photovoltaics) - binoga integratsiyalashgan fotoelektr tizimlari eng innovatsion yechim hisoblanadi. Oddiy quyosh panellari binoning ustiga qo'shimcha yuk sifatida o'rnatilsa, BIPV texnologiyasi quyosh panellarini binoning fasadi, oynalari va tom qismining ajralmas konstruksiyasi sifatida qo'llashni nazarda tutadi. Bu texnologiya nafaqat "toza" elektr energiyasi ishlab chiqarish, balki binoning me'moriy qiyofasini zamonaviylashtirish, issiqlik izolatsiyasini yaxshilash va shahar infratuzilmasidagi energetik yuklamani kamaytirish imkonini beradi. Mazkur maqolada BIPV tizimlarining shahar sharoitida qo'llanilishining afzalliklari va kelajakdagi istiqbollari ilmiy jihatdan tahlil qilinadi.

Metodologiya. Ushbu tadqiqotni olib borishda shaharsozlik normalari va energiya samaradorligi ko'rsatkichlarini tahlil qilish usulidan foydalanildi. Tadqiqot ob'ekti sifatida zamonaviy ko'p qavatli ma'muriy binolar tanlab olindi va ularning fasad qismiga BIPV modullarini o'rnatish imkoniyatlari ko'rib chiqildi. Bunda asosan binolarning janubiy va g'arbiy tomonlariga tushadigan quyosh radiatsiyasi miqdori hamda qo'shni binolarning soya tashlash koeffitsiyenti hisobga olindi. BIPV tizimi orqali ishlab chiqariladigan yillik elektr energiyasi miqdori (E) quyidagi matematik model yordamida hisoblab chiqildi:

$$E=A*r*H*PR$$

Bunda:

A-fotoelektr panellarining umumiy yuzasi (m<sup>2</sup>);

r- quyosh panelining foydali ish koeffitsiyenti (o'rtacha 18%);

H- vertikal sirtga tushuvchi yillik quyosh radiatsiyasi miqdori;

PR-tizimdagi yo'qotishlar koeffitsiyenti (Performance Ratio - o'rtacha 0.75-0.8).

Shuningdek, an'anaviy qurilish materiallari (alyuminiy panellar va vitraj oynalar) o'rniga BIPV tizimlarini qo'llashning texnik afzalliklari o'zaro qiyoslandi. An'anaviy alyuminiy kompozit panellar va vitraj oynalar o'rniga shaffof va yarim-shaffof (semi-transparent) BIPV modullarini o'rnatishning texnik ko'rsatkichlari solishtirildi. Binoning janubiy va g'arbiy fasadlari 90° burchak ostida (vertikal) joylashganligi sababli, quyosh zenit burchagining mavsumiy o'zgarishlari va qo'shni binolarning soya tashlash darajasi (Shading analysis) hisobga olindi.



Natijalar. O'tkazilgan tahlillar shuni ko'rsatdiki, BIPV tizimlarini shahar infratuzilmasiga joriy etish binolarning tashqi ko'rinishini zamonaviylashtirish bilan birga, ularning energiya mustaqilligini oshiradi. Hisob-kitoblarga ko'ra, binoning fasad qismiga integratsiyalashgan panellar yordamida umumiy elektr energiyasi sarfining 25-30 foizini qoplash imkoniyati mavjudligi aniqlandi. Bahor va kuz oylarida, quyosh burchagi pastroq bo'lganda, vertikal fasadlar maksimal samaradorlikka (kunlik 4.5-5.2 kWh/m<sup>2</sup>) chiqishi kuzatildi.

Bundan tashqari, ushbu texnologiya qurilish jarayonida alohida fasad materiallaridan voz kechish hisobiga smeta xarajatlarini ma'lum darajada optimallashtirishga xizmat qiladi. Quyosh panellari yoz oylarida binoning ichki qismi haddan tashqari qizib ketishidan himoya qilib, konditsionerlash uchun sarflanadigan quvvatni ham tejaydi. BIPV modullari binoning tashqi qobig'ida qo'shimcha issiqlik izolyatsiyasi vazifasini bajaradi. Yoz oylarida fasadning qizib ketishini kamaytirishi hisobiga konditsionerlash tizimlarining yuklamasi 15-18% ga kamaydi. BIPV material sifatida an'anaviy qoplamalardan 35-40% qimmatroq bo'lsa-da, u alohida fasad material va quyosh paneli xarajatlarini birlashtiradi. Olingan natijalarga ko'ra, tizimning o'zini-oqlash muddati (ROI) elektr energiyasi tariflarining o'sish dinamikasiga ko'ra 7-9 yilni tashkil etadi. Olingan hisob-kitoblar va qiyosiy tahlillar natijalari 1-jadvalda umumlashtirilgan.

Ko'rsatkichlar	An'anaviy fasad (Alyuminiy/shisha)
Energiya balansi	0% (Faqat iste'mol)
HVAC tejami (yozda)	Standart sarf
Ekologik foyda (CO <sub>2</sub> )	Neytral
Iqtisodiy o'zini oqlash	Mavjud emas
Xizmat muddati	15-20 yil

1-jadval. Olingan hisob-kitoblar va qiyosiy tahlillar natijalar

Muhokama. Olingan natijalar shuni tasdiqlaydiki, "shahar qurilishi va loyihalash" yo'nalishida BIPV texnologiyalarini qo'llash kelajakdagi "yashil" shaharlarning asosi hisoblanadi. Garchi ushbu tizimlarni o'rnatish boshlang'ich bosqichda ma'lum darajada investitsiya talab qilsada, uzoq muddatli istiqbolda bino o'zini-o'zi energiya bilan ta'minlashi hisobiga bu xarajatlar qoplanadi. BIPV tizimlari faqatgina "energetik yechim" emas, balki yangi arxitekturaviy til hisoblanadi. Har bir o'rnatilgan 100 m<sup>2</sup> BIPV maydoni yiliga atmosferaga chiqariladigan CO<sub>2</sub> miqdorini o'rtacha 12-15 tonnaga kamaytiradi. Shahar sharoitida changlanish darajasi yuqoriligi sababli, samaradorlik 10-12% ga tushishi mumkin. Shu sababli, o'z-o'zini tozalovchi (hydrophobic coating) qoplamali modullardan foydalanish tavsiya etiladi.

Loyihalash jarayonida binolarning quyoshga nisbatan joylashuvini to'g'ri tanlash orqali maksimal samaradorlikka erishish mumkin. BIPV texnologiyalari turli rang va shaffoflik darajasiga ega bo'lgani bois, ular tarixiy binolarni modernizatsiya qilishda ham, yangi "Smart City" loyihalarida ham dizayn cheklovlarisiz qo'llanilishi mumkin.

Kelajakda shahar infratuzilmasini modernizatsiya qilishda bunday innovatsion yechimlarni loyiha-smeta hujjatlariga kiritish maqsadga muvofiqdir.

Xulosa. Xulosa qilib aytganda, BIPV tizimlari shunchaki energiya manbai emas, balki zamonaviy arxitekturaning ajralmas qismidir. Ushbu texnologiyani keng joriy etish



shaharlardagi ekologik vaziyatni yaxshilash va energetik xavfsizlikni ta'minlashda muhim rol o'ynaydi. Tadqiqot xulosalari shuni ko'rsatadiki, BIPV texnologiyasi O'zbekistonning urbanizatsiyalashgan hududlarida energiya barqarorligini ta'minlashda strategik ahamiyatga ega.

BIPV binolarning passiv elementlarini aktiv energiya manbaiga aylantiradi.

Iqtisodiy tahlillar ushbu tizimning uzoq muddatli istiqbolda (25 yil+) yuqori rentabellikka ega ekanligini isbotlaydi.

Kelajakda shaharsozlik normalariga BIPV tizimlarini majburiy yoki rag'batlantiruvchi bandlar sifatida kiritish, shaharlarning ekologik yuklamasini kamaytirishga xizmat qiladi.

#### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 16-fevraldagi PQ-57-sonli "Qayta tiklanuvchi energiya manbalarini va energiya tejavchi texnologiyalarni joriy etishni jadallashtirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi Qarori. (Bu manba O'zbekiston sharoiti uchun eng asosiysi).

2. ShNQ 2.01.01-22. "Loyiha uchun iqlimiy va fizikaviy-geologik ma'lumotlar". O'zbekiston Respublikasi Qurilish vazirligi. (BIPV samaradorligini quyosh radiatsiyasi bilan bog'lashda shu normativ hujjatga tayaniladi).

3. Strong, S. (2016). Whole Building Design Guide: Building Integrated Photovoltaics (BIPV). National Institute of Building Sciences, USA. (Xalqaro nazariy asoslar uchun).

4. Jelle, B. P., Breivik, C., & Drolsum, H. D. (2012). Know-how and state-of-the-art on building integrated photovoltaics. Solar Energy Materials and Solar Cells. (BIPV texnologiyasining texnik tahlili bo'yicha eng ko'p iqtibos keltiriladigan ilmiy maqolalardan biri).

5. Yang, K. J. (2020). Energy Performance of Building-Integrated Photovoltaic Systems in Urban Environments. Renewable Energy Journal.