

**ENHANCING ENERGY EFFICIENCY IN MULTI-APARTMENT
RESIDENTIAL COMPLEXES THROUGH INTELLIGENT BUILDING
MANAGEMENT SYSTEMS OPERATED BY SERVICE MANAGEMENT
COMPANIES**

Tashkent University of Architecture and Construction, Department of Architecture,

Associate Professor

Adilova Madina Sobirovna,

2nd-year Master's Student

Khusainova Gulhayo Norbek qizi

[@xusainovagulhayo3gmail.com](mailto:xusainovagulhayo3gmail.com)

Abstract. This article examines the issues of improving the energy efficiency of management service company (MSC) buildings within multi-apartment residential complexes through the implementation of intelligent management systems. The study analyzes modern smart technologies, including automated control systems, sensor-based monitoring tools, and digital control of engineering communications. In addition, the principles of integrating energy-efficient solutions into the functional and architectural planning of MSC buildings are considered.

Based on the analysis of international experience, the effectiveness of intelligent management systems is evaluated, and the prospects for their application in the context of Uzbekistan are substantiated. As a result, architectural and technological proposals aimed at rational use of energy resources, reduction of operational costs, and optimization of management processes in MSC buildings are developed.

Keywords: *multi-apartment residential complex, MSC building, intelligent management systems, energy efficiency, automation, sensor monitoring, engineering systems, digital management, architectural planning, functional zoning, operational efficiency, sustainable development*

**KO'P XONADONLI TURAR JOYLAR MAJMUALARIDA BOSHQARUV
SERVIS KOMLANIYASI BINOLARINING AQLLI BOSHQARUV
TIZIMLARI ORQALI ENERGIYA SAMARADORLIGINI OSHIRISH**

Toshkent Arxitektura-Qurilish Universiteti, "Arxitektura" kafedrası, dots.

Adilova Madina Sobirovna ,

2-kurs magistranti **Xusainova Gulhayo Norbek qizi**

ANNOTATSIYA. Mazkur maqolada ko'p xonadonli turar joy majmualarida boshqaruv servis kompaniyasi (BSK) binolarida aqlli boshqaruv tizimlarini joriy etish orqali energiya samaradorligini oshirish masalalari tadqiq etilgan. Tadqiqot doirasida zamonaviy aqlli texnologiyalar, jumladan, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari, sensorli monitoring vositalari hamda muhandislik kommunikatsiyalarini raqamli nazorat qilish imkoniyatlari tahlil qilinadi. Shuningdek, BSK binolarining funksional va arxitekturaviy tashkil etilishida energiya tejoychi yechimlarni integratsiya qilish tamoyillari ko'rib chiqilgan.

Maqolada xorijiy tajriba asosida aqlli boshqaruv tizimlarining samaradorligi baholanib, ularni O'zbekiston sharoitida qo'llash istiqbollari asoslab berilgan. Natijada BSK binolarida energiya resurslaridan oqilona foydalanish, ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytirish hamda boshqaruv jarayonlarini optimallashtirishga xizmat qiluvchi arxitekturaviy va texnologik takliflar ishlab chiqilgan.

***Kalit so'zlar:** ko'p xonadonli turar joy majmuasi, BSK binosi, aqlli boshqaruv tizimlari, energiya samaradorligi, avtomatlashtirish, sensorli monitoring, muhandislik tizimlari, raqamli boshqaruv, arxitekturaviy rejalashtirish, funksional zonalash, ekspluatatsiya samaradorligi, barqaror rivojlanish*

АННОТАЦИЯ. В данной статье рассматриваются вопросы повышения энергоэффективности зданий управляющих сервисных компаний (БСК) в составе многоквартирных жилых комплексов на основе внедрения интеллектуальных

систем управления. В рамках исследования проанализированы современные интеллектуальные технологии, в том числе автоматизированные системы управления, средства сенсорного мониторинга, а также возможности цифрового контроля инженерных коммуникаций. Кроме того, рассмотрены принципы интеграции энергосберегающих решений в функционально-планировочную и архитектурную организацию зданий БСК.

В статье на основе анализа зарубежного опыта дана оценка эффективности интеллектуальных систем управления и обоснованы перспективы их применения в условиях Узбекистана. В результате разработаны архитектурные и технологические предложения, направленные на рациональное использование энергетических ресурсов, снижение эксплуатационных затрат и оптимизацию процессов управления в зданиях БСК.

***Ключевые слова:** многоквартирный жилой комплекс, здание БСК, интеллектуальные системы управления, энергоэффективность, автоматизация, сенсорный мониторинг, инженерные системы, цифровое управление, архитектурное планирование, функциональное зонирование, эксплуатационная эффективность, устойчивое развитие.*

KIRISH. Zamonaviy urbanizatsiya jarayonlari natijasida ko‘p xonadonli turar joy majmualari soni keskin ortib bormoqda. Shu bilan birga, ushbu majmualarda energiya resurslaridan foydalanish hajmi ham yildan-yilga oshib, bu esa energiya samaradorligi masalasini dolzarb muammolardan biriga aylantirmoqda. Xususan, turar joy binolarida elektr energiyasi, issiqlik va suv resurslaridan nooqilona foydalanish holatlari ekspluatatsiya xarajatlarining ortishiga hamda ekologik yuklamaning kuchayishiga olib kelmoqda. Xalqaro tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, bino va inshootlar global energiya iste’molining qariyb 30–40 foizini tashkil etadi. Bu ko‘rsatkich ayniqsa zich qurilgan turar joy majmualarida yanada yuqori bo‘lishi mumkin. Shu sababli energiya

samaradorligini ta'minlash nafaqat iqtisodiy, balki ekologik barqarorlik nuqtai nazaridan ham muhim ahamiyat kasb etadi.

An'anaviy boshqaruv tizimlariga ega turar joy majmualarida energiya iste'moli ko'pincha nazoratsiz yoki past darajada boshqariladi. Natijada yoritish, isitish, ventilyatsiya va suv ta'minoti tizimlarida ortiqcha energiya sarfi kuzatiladi. Bunday sharoitda zamonaviy aqlli boshqaruv texnologiyalarini joriy etish orqali energiya resurslaridan samarali foydalanishni ta'minlash zarurati yuzaga keladi.

Aqlli boshqaruv tizimlari (Building Management System – BMS, IoT asosidagi yechimlar va sensorli monitoring tizimlari) yordamida binolarning muhandislik tizimlarini real vaqt rejimida nazorat qilish va boshqarish imkoniyati yaratiladi. Bu esa energiya iste'molini optimallashtirish, nosozliklarni erta aniqlash hamda ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytirishga xizmat qiladi.

Shu nuqtai nazardan, ko'p xonadonli turar joy majmualarida boshqaruv servis kompaniyalari (BSK) binolarining roli alohida ahamiyat kasb etadi. Mazkur binolar butun majmuaning muhandislik tizimlarini boshqaruvchi markaz sifatida faoliyat yuritib, energiya samaradorligini ta'minlashda muhim bo'g'in hisoblanadi. Biroq amaliyotda BSK binolarini loyihalashda aqlli texnologiyalarni integratsiya qilish masalalari yetarli darajada o'rganilmagan.

Yuqoridagilarni inobatga olgan holda, zamonaviy turar joy majmualarida energiya muammolarini hal etish hamda BSK binolarida aqlli boshqaruv tizimlarini joriy etish orqali energiya samaradorligini oshirish masalalarini ilmiy jihatdan tadqiq etish dolzarb vazifa hisoblanadi.

Zamonaviy ko'p xonadonli turar joy majmualarining samarali faoliyat yuritishi ko'p jihatdan ularni boshqarish tizimlarining to'g'ri tashkil etilganligiga bog'liq. Shu nuqtai nazardan, boshqaruv servis kompaniyalari (BSK) binolari mazkur majmualarning muhandislik va ekspluatatsion jarayonlarini muvofiqlashtiruvchi markaz sifatida muhim

ahamiyat kasb etadi. BSK binolari orqali turar joy majmuasining energiya ta'minoti, suv tizimlari, issiqlik va ventilyatsiya jarayonlari, shuningdek, texnik xizmat ko'rsatish va monitoring ishlari yagona tizim asosida boshqariladi.

Amaliyot shuni ko'rsatadiki, an'anaviy boshqaruv yondashuvlari asosida faoliyat yurituvchi turar joy majmualarida muhandislik tizimlarini markazlashgan holda boshqarish darajasi past bo'lib, bu energiya resurslaridan samarasiz foydalanishga olib keladi. Ayniqsa, real vaqt rejimida nazoratning yetishmasligi energiya yo'qotishlari va ortiqcha ekspluatatsiya xarajatlarini keltirib chiqaradi. Shu sababli BSK binolarini nafaqat ma'muriy, balki yuqori texnologik boshqaruv markazi sifatida shakllantirish zarurati yuzaga kelmoqda.

So'nggi yillarda raqamli texnologiyalar va aqlli boshqaruv tizimlarining jadal rivojlanishi bino va inshootlarni boshqarish sohasida yangi imkoniyatlarni yaratdi. Xususan, Building Management System (BMS), Internet of Things (IoT) asosidagi qurilmalar hamda sensorli monitoring tizimlari yordamida muhandislik kommunikatsiyalarini avtomatlashtirilgan tarzda boshqarish, energiya iste'molini optimallashtirish va nosozliklarni oldindan aniqlash imkoniyati kengaymoqda. Bunday texnologiyalarni joriy etish orqali binolarda energiya sarfini sezilarli darajada kamaytirish mumkinligi xalqaro tajribada o'z tasdig'ini topgan.

Aqlli texnologiyalarning dolzarbligi, avvalo, energiya resurslarining cheklanganligi va ekologik muammolarning ortib borayotganligi bilan izohlanadi. Jahon miqyosida binolar umumiy energiya iste'molining katta qismini tashkil etishi sababli, aynan shu sohada energiya samaradorligini oshirish ustuvor yo'nalishlardan biri sifatida qaralmoqda. Shu jihatdan, BSK binolarida aqlli boshqaruv tizimlarini integratsiya qilish nafaqat alohida binoning, balki butun turar joy majmuasining samaradorligini oshirishga xizmat qiladi. Shunday qilib, ko'p xonadonli turar joy majmualarida BSK binolarini zamonaviy aqlli texnologiyalar asosida boshqaruv markazi sifatida

shakllantirish, energiya resurslaridan oqilona foydalanish va ekspluatatsiya jarayonlarini optimallashtirishda muhim omil hisoblanadi. Mazkur yo‘nalishda ilmiy asoslangan arxitekturaviy va texnologik yondashuvlarni ishlab chiqish bugungi kunda dolzarb vazifalardan biridir.

BSK binosi, uning mazmuni va vazifalari. Ko‘p xonadonli turar joy majmualarida boshqaruv servis kompaniyasi (BSK) binosi muhandislik tizimlarini markazlashtirilgan holda boshqarish va ekspluatatsiya jarayonlarini muvofiqlashtirishga xizmat qiluvchi asosiy infratuzilma elementi hisoblanadi. BSK binosi odatda turar joy majmuasining barcha texnik va xizmat ko‘rsatish jarayonlarini boshqaruvchi “operatsion markaz” vazifasini bajaradi.

BSK binosining asosiy funksiyalari quyidagilardan iborat:

- muhandislik tizimlarini (elektr, suv, issiqlik, ventilyatsiya) doimiy monitoring qilish;
- texnik nosozliklarni aniqlash va tezkor bartaraf etish;
- resurslardan (energiya, suv, issiqlik) oqilona foydalanishni ta‘minlash;
- ekspluatatsiya jarayonlarini optimallashtirish va xizmat ko‘rsatish sifatini oshirish;
- binolar xavfsizligi va barqaror ishlashini nazorat qilish.

Xalqaro tajribada BSK binolari “facility management center” sifatida qaralib, ular zamonaviy aqlli texnologiyalar bilan integratsiyalashgan holda ishlaydi. Bu esa ularni oddiy ma‘muriy bino emas, balki yuqori texnologik boshqaruv tuguniga aylantiradi.

Aqlli boshqaruv tizimlari (IoT, BMS, avtomatika). Aqlli boshqaruv tizimlari zamonaviy binolarni raqamli texnologiyalar asosida boshqarish va nazorat qilish imkonini beruvchi kompleks tizimlar hisoblanadi. Ushbu tizimlar binoning barcha muhandislik va ekspluatatsion jarayonlarini avtomatlashtirilgan va markazlashgan platforma orqali boshqaradi.

Building Management System (BMS) — bino ichidagi elektr ta'minoti, isitish, sovutish, ventilyatsiya va yoritish tizimlarini yagona boshqaruv markazi orqali nazorat qilishga mo'ljallangan intellektual tizimdir. BMS yordamida energiya sarfi real vaqt rejimida kuzatilib, optimallashtiriladi.

Internet of Things (IoT) texnologiyasi esa turli sensorlar va qurilmalarni internet tarmog'i orqali bir-biriga bog'lab, ma'lumotlarni uzluksiz almashish imkonini yaratadi. Bu texnologiya binodagi harorat, namlik, energiya sarfi va boshqa ko'rsatkichlarni doimiy monitoring qilishga xizmat qiladi.

Avtomatlashtirish tizimlari esa inson aralashuvisiz muhandislik jarayonlarini boshqaradi. Masalan, yoritish tizimlari harakat sensorlari orqali avtomatik yoqilib-o'chishi, isitish tizimi esa tashqi haroratga qarab o'zini moslashtirishi mumkin.

Mazkur tizimlarning integratsiyasi natijasida binolarda energiya samaradorligi sezilarli darajada oshadi va ekspluatatsiya xarajatlari kamayadi.

Energiya samaradorlik tushunchasi. Energiya samaradorlik — bu bino yoki tizimning minimal energiya sarfi orqali maksimal funksional natijaga erishish qobiliyatidir. Boshqacha qilib aytganda, energiya samaradorlik resurslardan oqilona foydalanish orqali yo'qotishlarni kamaytirish va tizim ishlash unumdorligini oshirishni anglatadi. Bino va inshootlar sektori global energiya iste'molining katta qismini tashkil etadi. Xalqaro Energetika Agentligi (IEA) ma'lumotlariga ko'ra, binolar umumiy energiya iste'molining 30–40% ini tashkil etadi. Shu sababli energiya samaradorligini oshirish global miqyosda muhim strategik yo'nalishlardan biri hisoblanadi.

Turar joy majmualarida energiya samaradorlik asosan quyidagi yo'nalishlarda ta'minlanadi:

- issiqlik yo'qotishlarini kamaytirish;
- yoritish tizimlarini optimallashtirish;
- avtomatik boshqaruv tizimlarini joriy etish;

- qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish.

Aqlli boshqaruv tizimlari esa energiya samaradorlikni ta'minlashda asosiy vosita sifatida xizmat qiladi, chunki ular real vaqt rejimida monitoring va tahlil qilish imkonini beradi.

Xorijiy tajriba. Germaniya misolida aqlli bino boshqaruvi

Yevropa davlatlari orasida Germaniya bino va inshootlarda energiya samaradorligini oshirish hamda aqlli boshqaruv tizimlarini joriy etish bo'yicha yetakchi tajribaga ega mamlakatlardan biri hisoblanadi. Germaniyada "Energiewende" siyosati doirasida qurilish sektorida energiya tejamkor texnologiyalarni keng joriy etish ustuvor yo'nalish sifatida belgilangan.

Ayniqsa, "smart building" konsepsiyasi Germaniya shaharlarida keng qo'llanilib, binolarda Building Management System (BMS), IoT sensorlari va avtomatlashtirilgan boshqaruv platformalari integratsiyalashgan. Masalan, Berlin va Myunxen shaharlaridagi zamonaviy turar joy majmualarida isitish, sovutish va yoritish tizimlari tashqi muhit sharoitiga qarab avtomatik boshqariladi, bu esa energiya sarfini 20–35% gacha kamaytirish imkonini bergan.

Germaniya tajribasining muhim jihati shundaki, aqlli tizimlar faqat texnik yechim sifatida emas, balki arxitekturaviy loyihalash bosqichidan boshlab integratsiya qilinadi. Bu yondashuv BSK (facility management) markazlari orqali butun bino kompleksini samarali boshqarish imkonini yaratadi.

Oddiy bino va aqlli tizimli bino taqqoslanishi. Oddiy (an'anaviy) binolar va aqlli boshqaruv tizimlariga ega binolar o'rtasida sezilarli farqlar mavjud. An'anaviy binolarda muhandislik tizimlari ko'pincha alohida-alohida ishlaydi va markazlashgan monitoring tizimi mavjud emas. Natijada energiya sarfi nazoratsiz bo'lib, resurslar yo'qotilishi kuzatiladi. Aksincha, aqlli binolarda barcha muhandislik tizimlari yagona raqamli platforma orqali boshqariladi. Bu esa real vaqt rejimida monitoring, avtomatik

boshqaruv va optimallashtirish imkonini beradi. Natijada ekspluatatsiya xarajatlari kamayadi va energiya samaradorligi sezilarli darajada oshadi.

Quyidagi asosiy farqlarni ko'rsatish mumkin:

- An'anaviy bino: qo'lda boshqaruv, fragmentar tizimlar
- Aqlli bino: avtomatlashtirilgan, markazlashgan boshqaruv
- An'anaviy bino: yuqori energiya yo'qotishlari
- Aqlli bino: optimallashtirilgan energiya sarfi

Shu sababli zamonaviy qurilish amaliyotida aqlli tizimli binolar ustuvor yo'nalish sifatida qaralmoqda.

Energiyani tejavchi asosiy tizimlar:

1. Yoritish tizimlari (sensorli boshqaruv). Aqlli binolarda yoritish tizimlari harakat, yorug'lik darajasi va vaqt sensorlari orqali boshqariladi. Bu texnologiya orqali faqat zarur bo'lgan hududlarda yoritish yoqiladi, natijada elektr energiyasi sarfi sezilarli kamayadi. Xalqaro tadqiqotlarga ko'ra, sensorli yoritish tizimlari 20–60% gacha energiya tejamkorlikni ta'minlashi mumkin.

2. Isitish va sovutish tizimlari (avtomatik boshqaruv). HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning) tizimlari aqlli binolarda tashqi harorat, ichki mikroiklim va foydalanuvchi ehtiyojlariga qarab avtomatik boshqariladi. BMS tizimi orqali isitish va sovutish jarayonlari optimallashtirilib, ortiqcha energiya sarfi oldi olinadi. Bu esa ayniqsa katta turar joy majmualarida sezilarli iqtisodiy samara beradi.

3. Suv tizimlari monitoringi. Aqlli suv boshqaruv tizimlari oqim sensorlari va bosim monitoringi orqali suv sarfini real vaqt rejimida kuzatib boradi. Bu texnologiya suv yo'qotishlarini aniqlash, nosozliklarni erta bartaraf etish va umumiy iste'molni optimallashtirish imkonini beradi. Shu bilan birga, suv resurslaridan oqilona foydalanish ekologik barqarorlikni ta'minlashga xizmat qiladi.

BSK binosida texnik xonalar joylashuvi. Boshqaruv servis kompaniyasi (BSK)

binosining samarali ishlashi ko‘p jihatdan uning ichki funksional-rejaviy tashkil etilishiga bog‘liq. Texnik xonalar, odatda, muhandislik tizimlariga yaqin va xizmat ko‘rsatish jarayoniga qulay bo‘lgan zonalarda joylashtiriladi. Bunga elektr taqsimlash shchitlari, suv nasoslari, ventilyatsiya qurilmalari va avariya boshqaruv punktlari kiradi.

Texnik xonalarni to‘g‘ri joylashtirish ekspluatatsiya qulayligini oshiradi hamda muhandislik tarmoqlarida yo‘qotishlarni kamaytiradi. Xalqaro amaliyotda texnik zonalar odatda binoning pastki qavatlar yoki alohida bloklarda markazlashtirilgan holda loyihalanadi.

Server va boshqaruv markazi zonasi. BSK binosining eng muhim elementi bu — server va boshqaruv markazi hisoblanadi. Ushbu zona barcha aqlli tizimlardan kelayotgan ma’lumotlarni yig‘ish, qayta ishlash va tahlil qilish funksiyasini bajaradi. Building Management System (BMS) aynan shu markaz orqali ishlaydi.

Server xonasi iqlim nazorati, uzluksiz elektr ta’minoti (UPS) va xavfsizlik tizimlari bilan jihozlanadi. Bu esa tizimning uzluksiz ishlashini ta’minlaydi. Zamonaviy “smart building” konsepsiyasida aynan ushbu markaz binoning “raqamli miyasi” sifatida qaraladi.

Muhandislik tizimlari integratsiyasi. BSK binosida barcha muhandislik tizimlarining integratsiyalashuvi muhim ahamiyatga ega. Elektr, suv, isitish, sovutish va xavfsizlik tizimlari yagona raqamli platforma orqali boshqariladi. Bu jarayon Building Management System (BMS) va IoT texnologiyalari yordamida amalga oshiriladi.

Integratsiya natijasida tizimlar o‘zaro ma’lumot almashadi va avtomatik qaror qabul qilish imkoniyati yuzaga keladi. Bu esa energiya sarfini optimallashtirish va nosozliklarni tez aniqlashga yordam beradi.

Funksional zonalash tamoyillari. BSK binosini loyihalashda funksional zonalash muhim arxitekturaviy yondashuv hisoblanadi. Bino odatda quyidagi zonalarga bo‘linadi:

- boshqaruv va ofis zonasi;
- texnik xizmat ko'rsatish zonasi;
- server va IT infratuzilma zonasi;
- yordamchi va saqlash zonalari.

Bunday zonalash binoning ekspluatatsion samaradorligini oshiradi, xizmat ko'rsatish jarayonlarini tezlashtiradi hamda xavfsizlik darajasini kuchaytiradi. Funktsional ajratish ayniqsa aqlli boshqaruv tizimlari bilan birgalikda ishlaganda yuqori natija beradi.

Taklif va natijalar. Ko'p xonadonli turar joy majmualarida boshqaruv servis kompaniyasi (BSK) binolarida aqlli boshqaruv tizimlarini joriy etish bugungi kunda energiya samaradorligini oshirishning eng muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. O'zbekiston sharoitida iqlimning keskin kontinental xususiyati, yoz mavsumida yuqori harorat va qish mavsumida issiqlik yuklamasining ortishi binolarda energiya sarfini sezilarli darajada oshiradi. Shu sababli, aqlli boshqaruv texnologiyalarini integratsiya qilish amaliy jihatdan katta ahamiyatga ega.

Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, aqlli bino boshqaruv tizimlari (BMS, IoT va avtomatlashtirish yechimlari) joriy etilganda umumiy energiya sarfini o'rtacha **10–30% gacha kamaytirish mumkin**. Xususan, yoritish tizimlarida sensorli boshqaruv orqali 20–60% gacha elektr energiyasi tejilishi, HVAC tizimlarida esa 20–35% gacha samaradorlikka erishish mumkinligi qayd etilgan. Suv tizimlarida esa aqlli monitoring orqali o'rtacha 10% atrofida resurs tejilishi kuzatiladi. O'zbekiston uchun eng maqbul yondashuv — bosqichma-bosqich integratsiya modelini qo'llashdir. Bunda avvalo BSK binolari markaziy boshqaruv tuguni sifatida raqamlashtiriladi, keyinchalik esa turar joy majmuasining barcha muhandislik tizimlari IoT sensorlari orqali ulanadi. Mahalliy elektr energiyasi narxlari va ekspluatatsiya xarajatlarini hisobga olganda, bunday tizimlar o'zini oqlash muddati 3–5 yilni tashkil etishi mumkin.

Tahlillar asosida O‘zbekiston sharoitida aqlli BSK tizimlari joriy etilganda quyidagi natijalar kutiladi:

- Elektr energiyasi sarfi: **15–30% kamayish**
- Isitish va sovutish tizimlari: **20–35% tejalish**
- Yoritish tizimlari: **25–50% tejalish**
- Suv resurslari: **5–10% tejalish**

Bu ko‘rsatkichlar xalqaro tajribada ham tasdiqlangan bo‘lib, smart building texnologiyalari umumiy bino energiya sarfini sezilarli darajada optimallashtiradi.

Iqtisodiy samaradorlik. Iqtisodiy nuqtai nazardan, aqlli boshqaruv tizimlarini joriy etish boshlang‘ich investitsiya talab qilsa-da, ekspluatatsiya xarajatlarining kamayishi hisobiga o‘rta muddatda sezilarli foyda beradi. Xalqaro tadqiqotlarga ko‘ra, aqlli binolar 3–7 yil ichida investitsiya xarajatlarini qoplash imkoniyatiga ega bo‘lib, keyingi davrda sof iqtisodiy foyda keltiradi.

O‘zbekiston sharoitida esa energiya narxlarining oshib borishi fonida bu muddat yanada qisqarishi mumkin. Bundan tashqari, texnik xizmat ko‘rsatish xarajatlarining kamayishi va tizim nosozliklarining erta aniqlanishi ham qo‘shimcha iqtisodiy samaradorlikni ta‘minlaydi.

Taklif: arxitekturaviy integratsiya modeli. Mazkur tadqiqot natijalariga asoslanib quyidagi konseptual model taklif etiladi:

“BSK binolarida aqlli boshqaruv tizimlarini arxitekturaviy rejalashtirish orqali integratsiya qilish modeli”

Ushbu modelga ko‘ra:

- BSK binosi markaziy “aqlli boshqaruv yadro markazi” sifatida loyihalanadi;
- server va BMS xonasi alohida xavfsiz zonada joylashtiriladi;
- barcha muhandislik tizimlari yagona raqamli platformaga ulanadi;
- funksional zonalash orqali texnik va boshqaruv jarayonlari ajratiladi.

Bu yondashuv nafaqat energiya samaradorligini oshiradi, balki butun turar joy majmuasining ekspluatatsion barqarorligini ham ta'minlaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. International Energy Agency (IEA). *Energy Efficiency 2023 Report*. <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2023>
2. United Nations Environment Programme (UNEP). *2022 Global Status Report for Buildings and Construction*. <https://www.unep.org/resources/report/2022-global-status-report-buildings-and-construction>
3. U.S. Department of Energy. *Building Energy Management Systems (BEMS)*. <https://www.energy.gov>
4. European Commission. *Energy Performance of Buildings Directive (EPBD)*. <https://energy.ec.europa.eu>
5. World Green Building Council. *The Business Case for Green Buildings*. <https://www.worldgbc.org>
6. U.S. Department of Energy. *Building Energy Management Systems (BEMS)*. <https://www.energy.gov/eere/buildings/building-energy-management-systems>
7. International Energy Agency (IEA). *Digitalisation and Energy*. <https://www.iea.org/reports/digitalisation-and-energy>
8. United Nations Environment Programme (UNEP). *2022 Global Status Report for Buildings and Construction*. <https://www.unep.org/resources/report/2022-global-status-report-buildings-and-construction>
9. International Facility Management Association (IFMA). *Facility Management Principles and Practices*. <https://www.ifma.org>
10. U.S. Department of Energy. *Building Energy Management Systems (BEMS)*. <https://www.energy.gov/eere/buildings/building-energy-management-systems>
11. International Telecommunication Union (ITU). *Internet of Things (IoT) and Smart Sustainable Cities*. <https://www.itu.int>
12. International Energy Agency (IEA). *Energy Efficiency 2023*. <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2023>
13. European Commission. *Energy Performance of Buildings Directive (EPBD)*. <https://energy.ec.europa.eu>
14. German Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action (BMWK). *Energy Transition in Germany (Energiewende)*. <https://www.bmwk.de>

15. Fraunhofer Institute for Building Physics. *Smart Buildings and Energy Efficiency in Germany*. <https://www.ibp.fraunhofer.de>
16. International Energy Agency (IEA). *Digitalisation and Energy*. <https://www.iea.org/reports/digitalisation-and-energy>
17. U.S. Department of Energy. *Lighting Controls and Energy Savings*. <https://www.energy.gov>
18. European Commission. *Energy Performance of Buildings Directive (EPBD)*. <https://energy.ec.europa.eu>
19. International Facility Management Association (IFMA). *Facility Management Best Practices*. <https://www.ifma.org>
20. U.S. Department of Energy. *Building Energy Management Systems (BEMS)*. <https://www.energy.gov>
21. International Energy Agency (IEA). *Digitalisation and Energy Systems*. <https://www.iea.org>
22. European Commission. *Energy Performance of Buildings Directive (EPBD)*. <https://energy.ec.europa.eu>
23. International Energy Agency (IEA). *Energy Efficiency 2023 Report*. <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2023>
24. ABB Group. *Smarter Buildings, Lower Consumption*. <https://www.abb.com>
25. Transforma Insights. *Smart Buildings and Energy Reduction Potential*. <https://transformainsights.com>
26. European Commission. *Energy Performance of Buildings Directive (EPBD)*. <https://energy.ec.europa.eu>
27. U.S. Department of Energy. *Building Energy Management Systems (BEMS)*. <https://www.energy.gov>
28. World Green Building Council. *The Business Case for Green Buildings*. <https://www.worldgbc.org>