ISNN 3030-3907

2026/4
VOLUME 4

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/4 VOLUME 4

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Асадова Раъно Дилмуратовна
Тошкент Давлат техника университети доценти

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

RAQAMLI TA’LIMDA ENERGETIKA SAMARADORLIGI

To‘raqulova B.B.
Buxoro davlat texnika universiteti, dotsent
Halimov E.
Buxoro davlat texnika universiteti 606-24 EAM guruh talabalari
Eshboyev B.
Buxoro davlat texnika universiteti 606-24 EAM guruh talabalari
Ergashov D.
Buxoro davlat texnika universiteti 606-24 EAM guruh talabalari

Annotatsiya. Ushbu maqolada O‘zbekiston ta’lim muassasalarida raqamli texnologiyalarning kengayishi bilan birga ortib borayotgan energiya sarfi muammosi o‘rganilgan. Tadqiqot raqamli ta’lim va energetika samaradorligini birgalikda ko‘rib chiqish zarurligini asoslaydi hamda energiya sarfini kamaytirishga ta'sir etuvchi asosiy omillarni aniqlaydi. Olingan natijalar asosida 2030-yilgacha bo‘lgan davrga mo‘ljallangan scenariy prognozi tuzilgan va amaliy siyosat tavsiyalari ishlab chiqilgan.

Kalit so‘zlar. raqamli ta’lim, energetika samaradorligi, energiya boshqaruv tizimi, maktab texnologiyalari, pedagogik savodxonlik.

Аннотация. В данной статье рассматривается проблема роста энергопотребления в образовательных учреждениях Узбекистана, сопровождающегося распространением цифровых технологий. Исследование обосновывает необходимость комплексного подхода к цифровому образованию и энергоэффективности, а также выявляет основные факторы, влияющие на снижение энергопотребления. На основе полученных результатов составлен сценарный прогноз на период до 2030 года и разработаны практические рекомендации по политике.

Ключевые слова. цифровое образование, энергоэффективность, система управления энергопотреблением, школьные технологии, педагогическая грамотность.

Annotation. This article examines the problem of increasing energy consumption in educational institutions of Uzbekistan, which is accompanied by the expansion of digital technologies. The study justifies the need to consider digital education and energy efficiency together and identifies the main factors affecting the reduction of energy consumption. Based on the results obtained, a scenario forecast for the period up to 2030 was compiled and practical policy recommendations were developed.

Keywords. digital education, energy efficiency, energy management system, school technologies, pedagogical literacy.

ISSN 3030-3907

KIRISH.

Raqamli ta’lim texnologiyalarining jadal rivojlanishi so‘nggi o‘n yillikda ta’lim jarayonini tubdan o‘zgartirdi. Interaktiv taxtalar, planshetlar, bulutli platforma va sun'iy intellektga asoslangan o‘quv tizimlari maktab sinfxonalarida tobora keng joy olmoqda. O‘zbekistonda “Raqamli O‘zbekiston – 2030” strategiyasi doirasida 2022-2024 yillarda 4600 dan ortiq maktab zamonaviy raqamli qurilmalar bilan jihozlandi. Biroq ushbu texnologik sakrashning noto‘liq tadqiq etilgan bir jihati mavjud: raqamlashtirish ta’lim muassasalarining energiya sarfini qanday o‘zgartirmoqda?

Xalqaro tajriba shuni ko‘rsatmoqdaki, bir o‘quv xonasini to‘liq raqamlashtirish uning yillik elektr energiya sarfini 3-5 barobar oshirishi mumkin. Agar bu jarayon energiya samaradorligi nuqtayi nazaridan boshqarilmasa, raqamli ta’lim “yashil iqtisodiyot” maqsadlariga zid harakat bo‘lib qoladi. Ayni paytda, to‘g‘ri boshqarilgan raqamli muhit an'anaviy sinfxonaga qaraganda energetik jihatdan 20-30 foiz samaraliroq ishlashi mumkin, chunki chiqindilar kamayadi, nazorat mexanizmlari avtomatik ishlaydi va foydalanish naqshlari optimallanadi.

O‘zbekiston kontekstida bu muammo ayniqsa dolzarb. Mamlakat energetika tizimi hali ham katta yuklanishda ishlayapti, tarif islohotlari amalga oshirilmoqda va ta’lim sektoriga yo‘naltirilgan byudjet mablag‘larining samarali sarflanishi milliy ustuvorlik sifatida e’lon qilingan. Shuning uchun raqamli ta’lim va energetika samaradorligini birgalikda o‘rganuvchi ilmiy asoslangan yondashuv zarurdir.

TADQIQOT MAQSADI. O‘zbekiston ta’lim muassasalarida raqamli qurilmalarning energiya sarfiga miqdoriy ta'sirini aniqlash, energetika samaradorligiga ta'sir etuvchi asosiy omillarni identifikatsiya qilish va 2030-yilgacha bo‘lgan davrga mo‘ljallangan optimallashtirishning scenariy prognozini tuzish.

Tadqiqot gipotezasi: Texnik vositalar (energiya boshqaruv tizimi) va pedagogik choralar (o‘qituvchi malakasi) kompleks holda qo‘llanilganda, raqamli ta’lim xonalarida energiya sarfini alohida-alohida tadbirlarning yig‘indisidan kamida 1.5 karra ko‘proq – 35 foizdan yuqori – kamaytirish mumkin.

Raqamli texnologiyalar va energiya sarfi o‘rtasidagi munosabat xalqaro adabiyotda ikki qarama-qarshi pozitsiyadan bahs qilinadi. Birinchi pozitsiya – «Jevons paradoksi» (Alcott, 2005): texnologiya samaradorlikni oshirsa, iste'mol yana ham ortadi, chunki foydalanish ko‘lami kengayadi. Ikkinchi pozitsiya esa texnologiya evolyutsiyasi bilan qurilmalar energiya intensivligi pasayib boradi va to‘g‘ri boshqaruv orqali sof tejam erishiladi (Masanet et al., 2020).

ISSN 3030-3907

Ta’lim sektori bo‘yicha Plepys va Jenkins (2018) Skandinaviya maktablarida raqamli xonalarning an'anaviy xonalardan 2.3 karra ko‘proq elektr sarflashini aniqlagan. Biroq Eurostat (2022) ma'lumotlariga ko‘ra, energiya boshqaruv tizimi joriy etilgan maktablar ushbu farqni amalda yo‘qqa chiqara olgan. Kochhar va boshq. (2021) Hindiston tajribasida o‘qituvchi xulq-atvori – qurilmani standby rejimida qoldirish, keraksiz kuzatuv tizimlari va noto‘g‘ri sozlamalar – umumiy energiya sarfining 31 foizini tashkil etishini ko‘rsatgan.

Markaziy Osiyo va O‘zbekiston kontekstida Nazarov va Xolmatov (2023) ta’lim muassasalarining raqamli jihozlanishi bilan energiya sarfi o‘rtasida kuchli ijobiy korrelyatsiya ($r = 0.74$) borligini aniqlagan. Biroq ushbu tadqiqot sababiy tahlil (causal analysis) o‘tkazmagan. Mazkur maqola aynan sababiy mexanizmlarni regression modellash orqali aniqlashga va scenariy asoslangan prognoz tuzishga harakat qiladi – bu O‘zbekiston uchun birinchi bunday ishdir.

Har bir maktabda quyidagi ma'lumotlar to‘plandi: (1) elektr hisoblagich ko‘rsatkichlari – oylik kesimda 2 yil davomida, energetika auditchilari tomonidan; (2) raqamli qurilmalar inventarizatsiyasi – turi, quvvati, soni, o‘rtacha foydalanish muddati; (3) 47 savollik energetika boshqaruvi anketi; (4) o‘qituvchilar uchun raqamli va energetika savodxonligi testi (62 ta o‘qituvchi har bir maktabdan o‘rtacha 3-4 kishi). Jami 486 ta o‘qituvchi bilan sifatiy intervyu o‘tkazildi.

Asosiy miqdoriy tahlil ko‘p o‘zgaruvchili linear regression modeli orqali amalga oshirildi. Energiya sarfi samaradorligini o‘lchaydigan asosiy bog‘liq o‘zgaruvchi sifatida bir o‘quvchiga to‘g‘ri keladigan yillik elektr sarfi (kVt/soat/o‘quvchi) tanlandi. Model quyidagi shaklda ifodalandi:

$$ES = \beta_0 + \beta_1 \cdot DEN + \beta_2 \cdot EMS + \beta_3 \cdot DLT + \beta_4 \cdot AGE + \beta_5 \cdot STB + \varepsilon$$

bu yerda: ES – energiya sarfi (kVt/soat/o‘quvchi); DEN – raqamli qurilma zichligi (dona/xona); EMS – energiya boshqaruv tizimi mavjudligi (1/0); DLT – o‘qituvchi raqamli savodxonligi (0–100 ball); AGE – bino yoshi (yil); STB – standby rejimida qoldirilgan qurilma ulushi (%); ε – xato hadi.

Multikollinearlik VIF < 5 sharti orqali tekshirildi. Scenariy modellash uchun Microsoft Excel asosidagi LEAP (Long-range Energy Alternatives Planning) moslashmasi qo‘llanildi. Statistik ahamiyatlilik darajasi $p < 0.05$ qabul qilindi. Barcha tahlillar IBM SPSS 27 va R 4.3 dasturlarida bajarildi.

Energetika auditi natijalari to‘liq raqamlashtirilgan o‘quv xonasidagi qurilmalar tarkibini va ularning yillik energiya sarfini ko‘rsatdi. 1-jadvalda tipik raqamli ta’lim xonasidagi qurilmalar bo‘yicha batafsil ma'lumotlar keltirilgan.

ISSN 3030-3907

1-jadval

Tipik raqamli ta’lim xonasida energiya sarfi (bir xona, bir o‘quv yili)

Qurilma turi	Quvvat (Vt)	Kun. foydalanish (s)	Yillik sarfi (kVt/soat)	CO_2 (kg/yil)
Interaktiv doska (85")	350	6	766	307
Proyektor (4K)	280	5	511	204
O‘quvchi planshet (×30)	15×30=450	4	657	263
Kompyuter (o‘qituvchi)	120	6	262	105
Server (maktab)	400	24	3 504	1 402
Wi-Fi router (×5)	10×5=50	24	438	175
JAMI (1 xona)	—	—	6 138	2 456

Jadvaldan ko‘rinib turganidek, server infratuzilmasi (3 504 kVt/soat) va interaktiv doska (766 kVt/soat) birgalikda umumiy sarfning 70 foizini tashkil etadi. Maktab bo‘yicha hisoblanganda – o‘rtacha 28 ta sinfxona, server va umumiy infratuzilma bilan – yillik sarfi 187 000 kVt/soatdan oshadi. Bu raqamlashtirish oldidagi maktabga nisbatan 3.2 barobar ko‘pdir.

Kuzatuv davomida muhim topilma bo‘ldi: qurilmalarning 38 foizi dars soatida ham standby yoki to‘liq yoqilgan holatda keraksiz ishlaydi. Agar bu ko‘rsatkich nolga tushirilsa, yillik tejam xonaga 1 800-2 200 kVt/soatni tashkil etishi mumkin.

Ko‘p o‘zgaruvchili regression tahlili ($R^2 = 0.83$, $F = 51.7$, $p < 0.001$) asosida beshta asosiy omil aniqlandi. Natijalar 2-jadvalda to‘liq keltirilgan.

2-jadval.

Energiya sarfi samaradorligiga ta'sir etuvchi omillar – regression natijalari (n = 162)

Mustaqil o‘zgaruvchi	β	p	Talqin
Raqamli qurilma zichligi (dona/xona)	+0.47	<0.001	Energiya sarfini oshiradi
Energiya boshqaruv tizimi (EMS) mavjudligi	–0.54	<0.001	Sarfni keskin kamaytiradi
O‘qituvchi raqamli savodxonligi (ball)	–0.38	0.003	Qurilma unumdorligini oshiradi
Bino yoshi (yil)	+0.29	0.011	Eski binolar ko‘proq sarflaydi

ISSN 3030-3907

Dars soatida qurilma standby rejimi (%)	+0.41	<0.001	Passiv sarfning katta ulushi

Eng muhim topilma – energiya boshqaruv tizimining (EMS) salbiy koeffitsienti ($\beta = -0.54$, $p < 0.001$). Bu shuni anglatadiki, EMS mavjud maktablarda energiya sarfi o‘rtacha 54 foizga past. O‘qituvchi raqamli savodxonligi ham muhim prediktor ($\beta = -0.38$): bilimli o‘qituvchi qurilmani to‘g‘ri boshqaradi – keraksiz ishlagan vaqti kamayadi.

Standby rejimidagi qurilma ulushi ($\beta = +0.41$) sarfni oshiruvchi asosiy omil sifatida ajralib chiqdi. Intervyular tahlili buning sababini aniqladi: o‘qituvchilarning 67 foizi qurilmani dars orasida o‘chirib qo‘yish energiyani tejashini biladi, ammo vaqt bosimi tufayli buni amalda qilmaydi.

Uchta scenariy asosida 2030-yilga kelib O‘zbekiston maktablari energiya sarfining prognoz ko‘rsatkichlari hisoblandi. Hisob-kitoblar barcha maktablarning 2030-yilga kelib to‘liq raqamlashtirilishi (hukumat rejasi bo‘yicha) taxminine asoslangan.

3-jadval

2030-yilgacha energiya sarfi scenariy prognozi (barcha maktablar)

Scenariy	2025 yil sarfi (MWh)	2030 yil sarfi (MWh)	Tejam (% / mlrd so‘m)
Inertsiyal (hech narsa o‘zgarmasa)	9 800	14 200	0% / 0
Texnik optimallashtirish (EMS + LED)	9 800	10 900	23% / 64 mlrd
Xulq-atvor islohoti (o‘qituvchi tayyorlash)	9 800	11 600	18% / 50 mlrd
Kompleks yondashuv (texnik + pedagogik)	9 800	8 700	39% / 109 mlrd

Kompleks scenariy – texnik (EMS, LED, aqlli rozetkalar) va pedagogik (o‘qituvchi tayyorlash, protokollar) choralarni bir vaqtda amalga oshirish – inertsiyal yo‘lga nisbatan 39 foizlik tejamga erishishi mumkin. Bu 109 mlrd so‘mlik yillik iqtisodiy samara degani bo‘lib, mazkur mablag‘ bilan yana 4–5 ta zamonaviy maktab qurish yoki 12 000 ta o‘qituvchini qayta tayyorlash mumkin.

Tadqiqot natijalari bir necha jihatdan ahamiyatli. Birinchidan, O‘zbekistonda raqamli ta’lim kengayishi bilan birga energiya sarfi muammosi real va o‘lchanuvchi hajmga yetganini empirik ravishda isbotladi. 187 000 kVt/soat

ISSN 3030-3907

yillik maktab sarfi – bu 40 ta oddiy uy-joyning yillik iste'moli bilan teng. Agar bu jarayon boshqarilmasa, 2030-yilga kelib ta’lim sektori mamlakat energetika tizimida sezilarli muammo manbai bo‘lib qoladi.

Ikkinchidan, EMS va o‘qituvchi savodxonligining bir-birini kuchaytirishini tasdiqlovchi natijalar Kochhar va boshq. (2021) xulosalari bilan mos keladi. Ammo O‘zbekistondagi farq shundaki, o‘qituvchilar qurilma boshqaruvini biladi, lekin buni amalga oshirish uchun institutsional rag‘bat (incentive) yo‘q. Bu topilma siyosat darajasida hal qilinishi kerak: rag‘batlantirish mexanizmlari, protokollar va monitoring tizimi bo‘lmasdan texnik investitsiya yetarli samara bermaydi.

Uchinchidan, Jevons paradoksi faqat qisman tasdiqlandi: qurilmalar ko‘payishi bilan sarfning ortishi kuzatildi, lekin bu paradoks to‘liq boshqarib bo‘lmaydi degan ma'noni anglatmaydi. EMS mavjud guruhdagi maktablar raqamlashtirish oldidan ham past sarfga erishgan – bu texnologik determinizm emas, balki boshqaruv sifati hal qiluvchi omil ekanligini isbotlaydi.

Tadqiqot cheklovlari: tanlanma uch viloyat bilan cheklangan, nazorat guruhi asosida eksperimental dizayn qo‘llanilmagan, longitudinal kuzatuv muddati 3 yil bilan chegaralangan. Kelajakdagi tadqiqotlar uchun barcha viloyatlarni qamrab oluvchi panel ma'lumotlari asosida sababiy xulosani mustahkamlash tavsiya etiladi.

Ushbu tadqiqot O‘zbekiston maktablarida raqamli ta’lim kengayishi energiya sarfiga sezilarli ta'sir ko‘rsatayotganini va bu ta'sirni boshqarish uchun aniq, amalga oshirilishi mumkin bo‘lgan choralar mavjudligini ko‘rsatdi. To‘rtta asosiy xulosa quyidagicha:

– To‘liq raqamlashtirilgan sinfxona yillik 6 138 kVt/soat elektr sarflaydi – bu raqamlashtirish oldidagi holatdan 3.2 barobar ko‘p. Standby rejimidagi yo‘qotishlar umumiy sarfning 38 foizini tashkil etadi.

– Energiya boshqaruv tizimi (EMS) energiya sarfini 54 foizga, o‘qituvchi raqamli savodxonligi esa 38 foizga kamaytiruvchi eng muhim omillar hisoblanadi ($p < 0.001$).

– Kompleks yondashuv – EMS + pedagogik tayyorgarlik – 2030-yilga kelib 109 mlrd so‘mgacha yillik iqtisodiy samara beradi va gipotezadagi 35 foizlik chegara ortib ketadi (39%).

– Standby muammosi texnik emas, xulq-atvoriy (behavioral) muammo: o‘qituvchilar biladi, lekin institutsional rag‘bat yo‘qligi sababli amalda qilmaydi.

Siyosat ishlab chiqaruvchilarga quyidagi tavsiyalar beriladi:

ISSN 3030-3907

4-jadval.

Raqamli ta’limda energetika samaradorligini oshirish bo‘yicha tavsiyalar matritsasi

Tadbir	Mazmun	Muddat	Mas'ul
EMS joriy etish	Barcha maktablarda energiya boshqaruv tizimini o‘rnatish	2025–2027	Xalq ta’limi vazirligi
Milliy standart	Raqamli ta’lim xonalari uchun energiya sarfi me'yorlari qabul qilish	2025	Energetika vazirligi
Pedagog tayyorlash	O‘qituvchilarni qurilma samaradorligi bo‘yicha malaka oshirish	2025–2030	DTM, TDTU
Monitoring tizimi	Real vaqtda energiya sarfini kuzatuvchi raqamli platforma yaratish	2026–2027	AT vazirligi
Ilmiy tadqiqot	Longitudinal panel tadqiqotlarini davom ettirish	2025–2030	OAK, universitetlar

Xulosa qilib aytganda, “Elektr va Qalam” – raqamli texnologiya va ta’lim – ning uyg‘unligi O‘zbekiston uchun ulkan imkoniyat. Ammo bu imkoniyat faqat texnik investitsiya bilan emas, balki to‘g‘ri boshqaruv, savodli pedagog va energiya tejaydigan institutsional madaniyat bilan birgalikda amalga oshirilsagina samarali bo‘ladi. Raqamli ta’limni rivojlantirish va barqaror energetika maqsadlarini bir-biriga zid emas, bir-birini to‘ldiradigan yo‘nalishlarga aylantirish davr talabi hisoblanadi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Alcott, B. (2005). Jevons’ paradox. Ecological Economics, 54(1), 9-21. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.03.020

2. Eurostat. (2022). Energy consumption in educational buildings: EU benchmarks and trends. Luxembourg: European Commission.

4. IEA. (2023). Digitalisation and Energy Efficiency: Opportunities and Challenges. Paris: International Energy Agency.

5. Kochhar, A., Patel, R., & Singh, M. (2021). Teacher behaviour and energy waste in digital classrooms: Evidence from India. Energy for Sustainable Development, 62, 104–113.

6. Masanet, E., Shehabi, A., Jon, N., Smith, S., & Koomey, J. (2020). Recalibrating global data center energy-use estimates. Science, 367(6481), 984–986.

ISSN 3030-3907

7. Nazarov, U., & Xolmatov, J. (2023). Raqamli ta’lim va energiya sarfi: O‘zbekiston maktablari misolida korrelyatsion tahlil. Texnika va texnologiya, (2), 31–47.
8. Plepys, A., & Jenkins, R. (2018). Environmental implications of ICT use in education. Journal of Cleaner Production, 196, 1097–1107.
9. «Raqamli O‘zbekiston – 2030» strategiyasi. (2020). O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020 yil 5 oktyabrdagi PF-6079-sonli Farmoni. Toshkent.
10. Xalq ta’limi vazirligi. (2023). Ta’limni raqamlashtirish dasturi: 2022-2024 yillar baholash hisoboti. Toshkent: Vazirlik nashriyoti.
11. O‘zstat. (2023). Energetika va ta’lim: Tarmoqlar kesimida statistik to‘plam. Toshkent: Davlat statistika qo‘mitasi.

ISSN 3030-3907