Kompyuter qurilmalarida energiya samaradorligini oshirish va ekologik barqarorlik masalalari

Urganch shahar 2-son texnikumi katta o‘qituvchisi
Urazaliyev Ravshanbek XXX
ravsanaurazaliev@gmail.com
Urganch shahar 2-son texnikumi stajor o‘qituvchisi
Isakov Jahongir Muxammadovich
1sonkhm@gmail.com
Urganch shahar 2-son texnikumi stajor o‘qituvchisi
Qurbonboyeva Soliyajon To‘rabek qizi
soliyajon0828@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada zamonaviy kompyuter qurilmalarida energiya samaradorligini oshirish va ekologik barqarorlikni ta’minlashning texnik, iqtisodiy hamda ekologik jihatlari tahlil qilinadi. Protsessorlar, grafik protsessorlar, quvvat manbalari, sovitish tizimlari va ma’lumotlar markazlarida qo‘llaniladigan energiya tejamkor texnologiyalarning ahamiyati yoritiladi. Shuningdek, elektron chiqindilarni kamaytirish, qurilmalarning xizmat muddatini uzaytirish, qayta ishlash imkoniyatlarini kengaytirish va raqamli texnologiyalarning atrof-muhitga ta’sirini kamaytirish masalalari ko‘rib chiqiladi. Maqolada energiya samaradorligi faqat elektr energiyasini tejash vositasi emas, balki zamonaviy texnologiyalarni ekologik mas’uliyat bilan rivojlantirishning muhim sharti ekanligi asoslanadi.

Kalit so‘zlar: energiya samaradorligi, ekologik barqarorlik, kompyuter qurilmalari, energiya tejamkor texnologiyalar, elektron chiqindilar, qayta ishlash, yashil axborot texnologiyalari, uglerod izi, ma’lumotlar markazi, resurslardan oqilona foydalanish.

Kirish. Raqamli texnologiyalarning jadal rivojlanishi insoniyat uchun keng imkoniyatlar yaratish bilan birga, energiya iste’moli va atrof-muhitni muhofaza qilish bilan bog‘liq yangi vazifalarni ham yuzaga chiqarmoqda. Bugungi kunda shaxsiy kompyuterlar, noutbuklar, serverlar, ma’lumotlar markazlari va sun’iy intellekt tizimlari ta’lim, ishlab chiqarish, ilmiy tadqiqotlar hamda kundalik hayotning ajralmas qismiga aylangan. Ushbu qurilmalarning soni va ulardan foydalanish ko‘lami ortib borishi elektr energiyasiga bo‘lgan ehtiyojni ham oshiradi. Shu sababli kompyuter texnologiyalarini rivojlantirishda faqat tezlik, quvvat va qulaylikka emas, balki energiya resurslaridan qanchalik oqilona foydalanilayotganiga ham e’tibor qaratish zarur.

Energiya samaradorligi muayyan vazifani bajarish uchun sarflanadigan energiya miqdorini kamaytirish yoki bir xil energiya sarfi evaziga ko‘proq foydali natijaga erishishni anglatadi. Ekologik barqarorlik esa texnologik taraqqiyotning tabiatga salbiy ta’sirini kamaytirish, tabiiy resurslardan mas’uliyat bilan foydalanish va kelajak avlodlar uchun sog‘lom atrof-muhitni saqlashga qaratilgan yondashuvdir. Ushbu ikki tushuncha o‘zaro chambarchas bog‘liq bo‘lsa-da, ular aynan bir ma’noni anglatmaydi. Masalan, elektr energiyasini kam sarflaydigan kompyuterning ishlab chiqarilishi uchun katta miqdorda xomashyo talab qilinishi yoki uning qisqa muddatda chiqindiga aylanishi mumkin. Shuning uchun texnologiyaning ekologik samaradorligini baholashda faqat foydalanish davridagi elektr sarfini emas, balki qurilmaning ishlab chiqarilishi, tashilishi, ishlatilishi va utilizatsiya qilinishini ham hisobga olish kerak [1; 2]. Demak, zamonaviy kompyuter texnologiyalarining kelajagi yuqori unumdorlik bilan bir qatorda energiya tejamkorligi va ekologik mas’uliyatni uyg‘unlashtirishga bog‘liq.

Asosiy qism. Kompyuter qurilmalarining energiya samaradorligini belgilovchi asosiy omillardan biri apparat ta’minotining texnik xususiyatlaridir. Protsessor, grafik protsessor, tezkor xotira, saqlash qurilmalari va quvvat manbai elektr energiyasini iste’mol qiladi, biroq ularning energiya sarfi bajarilayotgan vazifa, texnologik avlod va ishlash rejimiga qarab farqlanadi. Zamonaviy protsessorlarda yuklamaga mos ravishda ish chastotasi va kuchlanishni boshqarish, foydalanilmayotgan qismlarning energiya sarfini kamaytirish kabi mexanizmlar mavjud. Bunday yondashuv qurilmaning doimiy ravishda maksimal quvvatda ishlashiga bo‘lgan ehtiyojni kamaytiradi. Natijada kundalik vazifalar kamroq energiya sarfi bilan bajarilishi, yuqori yuklama talab qilinadigan jarayonlarda esa zarur hisoblash quvvati ta’minlanishi mumkin. Shunday qilib, energiya samaradorligi qurilmaning imkoniyatlarini cheklashni emas, balki mavjud quvvatdan vaziyatga mos ravishda foydalanishni anglatadi.

Kompyuterlarning energiya sarfida grafik protsessorlar va yuqori unumdorlikka ega hisoblash tizimlari alohida o‘rin tutadi. Ayniqsa, sun’iy intellekt modellarini o‘qitish, katta hajmdagi ma’lumotlarni tahlil qilish va murakkab grafik vazifalarni bajarishda sezilarli hisoblash resurslari talab qilinadi. Bunday tizimlarda energiya samaradorligini oshirish uchun hisoblash amallarini samarali taqsimlash, maqsadga mos apparat arxitekturasini tanlash va ortiqcha hisoblashlarni kamaytirish muhimdir. Masalan, doimiy ravishda yuqori quvvatli grafik protsessordan foydalanish talab etilmaydigan vazifalarni kam energiya sarflaydigan qurilmalarga topshirish umumiy iste’molni pasaytirishi mumkin. Shuningdek, energiya samaradorligini faqat qurilmaning elektr quvvati bilan baholash yetarli emas. Uning bir vatt energiya evaziga qancha foydali hisoblash ishini bajara olishi ham muhim ko‘rsatkich hisoblanadi. Bu yondashuv yuqori unumdorlik va energiya tejamkorligini bir-biriga qarama-qarshi tushunchalar sifatida emas, balki birgalikda rivojlantirish mumkin bo‘lgan maqsadlar sifatida ko‘rishga yordam beradi.

Ma’lumotlarni saqlash qurilmalarini tanlash ham energiya samaradorligiga ta’sir ko‘rsatadi. An’anaviy qattiq disklar (HDD) mexanik qismlar yordamida ishlaydi, qattiq holatdagi disklar (SSD) esa elektron xotiraga asoslangan. SSD qurilmalari ko‘plab holatlarda ma’lumotlarga tezroq murojaat qilish, dasturlarni tez ishga tushirish va mexanik harakat bilan bog‘liq energiya sarfini kamaytirish imkonini beradi. Biroq qurilmalarning ekologik samaradorligini baholashda ularning ishlab chiqarilishi, foydalanish muddati, xotira hajmi va qayta ishlanish imkoniyatlari ham hisobga olinishi kerak. Ayrim vaziyatlarda katta hajmdagi arxiv ma’lumotlarini saqlash uchun HDD iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq bo‘lishi mumkin, tezkor ishlash talab qilinadigan vazifalarda esa SSD afzal bo‘ladi. Demak, ekologik va iqtisodiy jihatdan maqbul tanlov foydalanuvchining real ehtiyojlariga asoslanishi lozim.

Kompyuter qurilmalarida issiqlikni boshqarish energiya samaradorligining yana bir muhim yo‘nalishidir. Elektr energiyasining bir qismi qurilmalarda issiqlik ko‘rinishida ajraladi. Agar sovitish tizimi yetarli darajada samarali bo‘lmasa, ventilyatorlar yuqori tezlikda ishlashi yoki qurilma haroratni me’yorida saqlash uchun hisoblash tezligini pasaytirishi mumkin. Shu sababli sovitish tizimining to‘g‘ri tanlanishi, korpus ichidagi havo aylanishining tashkil etilishi va qurilmalarni changdan muntazam tozalash muhim amaliy choralardan hisoblanadi. Shu bilan birga, ortiqcha quvvatli sovitish tizimini tanlash ham har doim eng maqbul yechim emas; u qurilmaning real issiqlik yuklamasiga mos bo‘lishi kerak. To‘g‘ri tashkil etilgan sovitish tizimi kompyuterning barqaror ishlashiga, xizmat muddatining uzayishiga va keraksiz energiya sarfining kamayishiga yordam beradi.

Kompyuterning elektr energiyasini iste’mol qilishiga quvvat manbaining sifati va samaradorligi ham ta’sir ko‘rsatadi. Quvvat manbai elektr tarmog‘idan keladigan energiyani kompyuter komponentlari uchun zarur kuchlanishlarga aylantiradi. Ushbu jarayonda energiyaning bir qismi issiqlik sifatida yo‘qotilishi mumkin. Samaradorligi yuqori quvvat manbai bir xil yuklamani ta’minlash uchun tarmoqdan kamroq elektr energiyasi oladi. Biroq qurilmani tanlashda faqat samaradorlik sertifikatiga emas, balki quvvat zaxirasi, ishonchlilik, xavfsizlik va tizimning haqiqiy ehtiyojlariga ham e’tibor berish zarur. Bundan tashqari, foydalanilmayotgan kompyuterlarni uyqu rejimiga o‘tkazish, keraksiz periferik qurilmalarni uzib qo‘yish va quvvat boshqaruvi sozlamalaridan foydalanish ham kundalik energiya sarfini kamaytirishga xizmat qiladi. Xalqaro Energetika Agentligining raqamlashtirish va energiya iste’moliga oid

tahlillari raqamli texnologiyalarning rivojlanishini energiya tizimlari bilan birgalikda baholash muhimligini ko‘rsatadi [3].

Ekologik barqarorlik masalasida elektron chiqindilar muammosi alohida ahamiyatga ega. Kompyuterlar va boshqa elektron qurilmalar eskirganda yoki yangiroq model bilan almashtirilganda, ularning tarkibidagi materiallar va komponentlar chiqindiga aylanishi mumkin. Bunday qurilmalar noto‘g‘ri tashlansa, ayrim zararli moddalar atrof-muhitga tarqalishi, qayta foydalanish mumkin bo‘lgan qimmatli materiallar esa yo‘qotilishi ehtimoli mavjud. Shu bilan birga, elektron qurilmalar tarkibida mis, alyuminiy va boshqa qayta tiklanishi mumkin bo‘lgan materiallar ham mavjud. Birlashgan Millatlar Tashkilotining Ta’lim, fan va madaniyat masalalari bo‘yicha tashkiloti hamda boshqa xalqaro tashkilotlar tomonidan yoritilgan elektron chiqindilar masalasi ularni to‘plash, xavfsiz qayta ishlash va resurslarni qayta tiklash mexanizmlarini takomillashtirish zarurligini ko‘rsatadi [4]. Shu sababli eskirgan kompyuterlarni oddiy maishiy chiqindilar bilan birga tashlash o‘rniga, maxsus yig‘ish va qayta ishlash tizimlariga topshirish ekologik jihatdan mas’uliyatli yondashuv hisoblanadi.

Qurilmalarning xizmat muddatini uzaytirish ham ekologik barqarorlikni ta’minlashning muhim vositasidir. Yangi kompyuter ishlab chiqarish uchun xomashyo qazib olish, materiallarni qayta ishlash, komponentlarni tayyorlash va ularni tashish talab etiladi. Ushbu jarayonlarning har biri energiya sarfi va atrof-muhitga ta’sir bilan bog‘liq. Shu bois hali ishlashga yaroqli kompyuterni faqat yangi model paydo bo‘lgani uchun almashtirish har doim ham ekologik jihatdan eng maqbul qaror emas. Qurilmani ta’mirlash, xotirasini kengaytirish, saqlash qurilmasini yangilash yoki boshqa foydalanuvchiga topshirish uning foydalanish davrini uzaytirishi mumkin. Yevropa Ittifoqining ekologik dizayn va energiya bilan bog‘liq mahsulotlar bo‘yicha yondashuvlarida mahsulotlarning samaradorligi, resurslardan foydalanish va xizmat muddatiga e’tibor qaratiladi [5]. Bu tamoyillar kompyuter texnologiyalarini ishlab chiqish va ulardan foydalanishda ham ahamiyatlidir.

Kompyuter qurilmalarining ekologik ta’sirini baholashda mahsulotning butun hayotiy siklini hisobga olish lozim. Hayotiy sikl yondashuvi qurilmaning xomashyo olish va ishlab chiqarish bosqichidan tortib, foydalanish, ta’mirlash va foydalanishdan chiqarish bosqichigacha bo‘lgan jarayonlarni qamrab oladi. Masalan, energiya sarfi kam bo‘lgan qurilma uzoq vaqt ishlatilsa, uning foydalanish bosqichidagi ekologik afzalliklari ortishi mumkin. Biroq qurilma tez-tez almashtirilsa, yangi mahsulot ishlab chiqarish bilan bog‘liq resurs sarfi ushbu afzalliklarning bir qismini kamaytirishi mumkin. Shu sababli ekologik barqarorlikni faqat elektr hisoblagichidagi ko‘rsatkichlar bilan baholash yetarli emas. Qurilmaning uzoq muddat xizmat qilishi, ta’mirlash imkoniyati, ehtiyot qismlar mavjudligi va qayta ishlashga yaroqliligi ham muhim mezonlar hisoblanadi. Xalqaro standartlashtirish tashkilotining ISO 14040 standartida hayotiy siklni baholashning umumiy tamoyillari va asoslari bayon etilgan [6].

Ma’lumotlar markazlari ekologik barqarorlik masalasining yana bir muhim yo‘nalishidir. Bulutli xizmatlar, video platformalar, elektron savdo va sun’iy intellekt tizimlarining ishlashi katta miqdordagi hisoblash resurslarini talab qiladi. Ma’lumotlar markazlarida serverlarning energiya sarfidan tashqari, sovitish va yordamchi tizimlar ham elektr energiyasini iste’mol qiladi. Shu sababli energiya samaradorligini oshirishda serverlarning yuklamasini maqbul taqsimlash, foydalanilmayotgan resurslarni boshqarish, samarali sovitish usullarini qo‘llash va energiya iste’molini muntazam o‘lchash muhimdir. Ayrim hollarda hisoblash vazifalarini energiya ta’minoti samaraliroq bo‘lgan joylarga yoki vaqt oralig‘iga ko‘chirish ham umumiy ta’sirni kamaytirishga yordam berishi mumkin. Biroq bunday yechimlar ma’lumotlar xavfsizligi, xizmat sifati va tarmoq imkoniyatlari bilan birgalikda baholanishi lozim. Demak, raqamli xizmatlarning ekologik barqarorligi nafaqat foydalanuvchi qurilmasiga, balki butun raqamli infratuzilmaning qanday tashkil etilganiga ham bog‘liq.

Energiya samaradorligini oshirishda foydalanuvchilarning kundalik odatlari ham muhim ahamiyat kasb etadi. Kompyuterni uzoq vaqt ishlatilmaydigan holatda yoqilgan holda qoldirmaslik, avtomatik uyqu rejimini faollashtirish, ekran yorqinligini ehtiyojga moslashtirish va energiya boshqaruvi sozlamalaridan

foydalanish ortiqcha sarfni kamaytirishi mumkin. Tashkilotlarda esa kompyuterlarning energiya iste’molini nazorat qilish, eski qurilmalarni bosqichma-bosqich modernizatsiya qilish va elektron chiqindilarni alohida yig‘ish tizimini joriy etish maqsadga muvofiqdir. Ta’lim muassasalarida ushbu masalalarni o‘rgatish yosh avlodda ekologik mas’uliyat va texnologiyalardan oqilona foydalanish madaniyatini shakllantirishga yordam beradi. Shunday qilib, ekologik barqarorlik faqat ishlab chiqaruvchilarning vazifasi bo‘lib qolmasdan, qurilmalarni xarid qiluvchi, ishlatuvchi va ulardan foydalanishni tashkil etuvchi barcha tomonlarning umumiy mas’uliyatiga aylanadi.

Xulosa. Kompyuter qurilmalarida energiya samaradorligini oshirish va ekologik barqarorlikni ta’minlash zamonaviy axborot texnologiyalarining ustuvor yo‘nalishlaridan biridir. Bunga erishish uchun energiya tejamkor apparat komponentlarini tanlash, hisoblash yuklamalarini samarali boshqarish, sovitish tizimlarini takomillashtirish va qurilmalardan foydalanish madaniyatini rivojlantirish zarur. Shu bilan birga, ekologik mas’uliyat elektr energiyasini tejash bilangina cheklanmaydi. Elektron chiqindilarni kamaytirish, qurilmalarni ta’mirlash, ularning xizmat muddatini uzaytirish, qayta ishlash imkoniyatlarini kengaytirish va ishlab chiqarishdan utilizatsiyagacha bo‘lgan jarayonlarni hisobga olish ham muhimdir. Kelajakda raqamli texnologiyalarning rivoji energiya samaradorligi va ekologik barqarorlik tamoyillari bilan uyg‘unlashishi lozim. Chunki haqiqiy texnologik taraqqiyot faqat tezroq ishlaydigan qurilmalarni yaratish bilan emas, balki inson ehtiyojlarini qondirish jarayonida tabiatga yetkaziladigan zararlarni kamaytirish va tabiiy resurslardan mas’uliyat bilan foydalanish orqali ham namoyon bo‘ladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. ISO. *ISO 14040:2006. Environmental Management — Life Cycle Assessment — Principles and Framework*. Geneva: International Organization for Standardization, 2006. Elektron manba: https://www.iso.org/standard/37456.html.
2. Forti V., Baldé C. P., Kuehr R., Bel G. *The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, Flows and the Circular Economy Potential*. Bonn, Geneva and Rotterdam: United Nations University/United Nations Institute for Training and Research, International Telecommunication Union and International Solid Waste Association, 2020. Elektron manba: https://ewastemonitor.info/gem-2020/.
3. International Energy Agency. *Data Centres and Data Transmission Networks*. Paris: IEA. Elektron manba: https://www.iea.org/energy-system/buildings/data-centres-and-data-transmission-networks.
4. United Nations Institute for Training and Research (UNITAR), International Telecommunication Union (ITU). *The Global E-waste Monitor 2024*. Geneva and Bonn, 2024. Elektron manba: https://ewastemonitor.info/the-global-e-waste-monitor-2024/.
5. European Commission. *Ecodesign for Sustainable Products Regulation*. Brussels: European Commission. Elektron manba: https://environment.ec.europa.eu/topics/circular-economy/ecodesign-sustainable-products-regulation_en.
6. ISO. *ISO 14044:2006. Environmental Management — Life Cycle Assessment — Requirements and Guidelines*. Geneva: International Organization for Standardization, 2006. Elektron manba: https://www.iso.org/standard/38498.html.