

SANOAT KORXONALARIDA ERP TIZIMINI JORIY ETISH JARAYONINI MODELLASHTIRISH

Azizov Abdulla Abdisalamovich

Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti
mustaqil izlanuvchisi

Annotatsiya. Maqolada sanoat korxonalarida korxona resurslarini rejalashtirish (ERP) tizimini joriy etish ketma-ketligini ilmiy asoslash masalasi tadqiq etildi. Muallif ERP modullarini joriy etishning an'anaviy tajribaviy yondashuvi yetarli darajada samarali emasligini ko'rsatdi va R. Bellmanning optimallik prinsipiga asoslangan dinamik dasturlash usulini qo'lladi. Olmaliq kon-metallurgiya kombinati misolida to'qqizta asosiy biznes jarayon ajratildi hamda har biri uchun foyda/xarajat nisbati baholandi.

Kalit so'zlar: korxona resurslarini rejalashtirish (ERP), raqamli transformatsiya, Bellman optimallik prinsipi, dinamik dasturlash, joriy etish ketma-ketligi, foyda/xarajat nisbati, kon-metallurgiya korxonasi.

Аннотация. В статье исследован вопрос научного обоснования последовательности внедрения системы планирования ресурсов предприятия (ERP) на промышленных предприятиях. Автор показал, что традиционный эмпирический подход к внедрению модулей ERP недостаточно эффективен, и применил метод динамического программирования, основанный на принципе оптимальности Р. Беллмана. На примере Алмалыкского горно-металлургического комбината были выделены девять основных бизнес-процессов, и для каждого из них оценено соотношение выгоды и затрат.

Ключевые слова: планирование ресурсов предприятия (ERP), цифровая трансформация, принцип оптимальности Беллмана, динамическое программирование, последовательность внедрения, соотношение выгода/затраты, горно-металлургическое предприятие.

Annotation. The article examined the problem of scientifically substantiating the sequence of enterprise resource planning (ERP) system implementation at industrial enterprises. The author demonstrated that the traditional empirical approach to deploying ERP modules was insufficiently effective and applied the dynamic programming method based on R. Bellman's principle of optimality. Using the case of the Almalyk Mining and Metallurgical Combine, nine core business processes were identified, and the benefit-to-cost ratio was assessed for each of them.

Keywords: enterprise resource planning (ERP), digital transformation, Bellman's principle of optimality, dynamic programming, implementation sequence, benefit-to-cost ratio, mining and metallurgical enterprise.

Kirish. Raqamli iqtisodiyot sharoitida sanoat korxonalarining raqobatbardoshligi ichki jarayonlarni avtomatlashtirish, ma'lumotlar oqimini markazlashtirish va real vaqt rejimidagi boshqaruvga o'tish darajasi bilan

belgilanmoqda. Bu vazifalarni hal etishda korxona resurslarini rejalashtirish (ERP) tizimlari ishlab chiqarish, ta'minot, moliya, kadrlar va logistikani yagona axborot platformasida birlashtiruvchi bazaviy infratuzilma sifatida qaraladi. "O'zbekiston – 2030" strategiyasida ilg'or texnologiyalarga asoslangan sanoatni rivojlantirish va resurslardan samarali foydalanish vazifalari belgilangan bo'lib, ushbu maqsadlar sanoat korxonalarida raqamli boshqaruv yechimlarini joriy etishni dolzarb vazifaga aylantiradi [1]. Yirik sanoat korxonalarida ERP tizimini bir vaqtning o'zida barcha bo'limlarga to'liq joriy etish moliyaviy, texnik va tashkiliy nuqtai nazardan maqsadga muvofiq emas.

Mazkur maqolaning maqsadi sanoat korxonasida ERP tizimini joriy etishning optimal ketma-ketligini R. Bellmanning optimallik prinsipiga asoslangan dinamik dasturlash usuli yordamida ilmiy asoslashdan iborat. Tadqiqot obyekti sifatida Olmaliq kon-metallurgiya kombinati (OKMK) tanlangan bo'lib, uning faoliyatidagi to'qqizta asosiy biznes jarayon kesimida foyda/xarajat nisbati baholanadi va optimal joriy etish izchilligi shakllantiriladi.

Mavzuga oid adabiyotlar sharhi. ERP tizimlarini joriy etish samaradorligini belgilovchi omillar ilmiy adabiyotlarda keng tadqiq etilgan. T. Davenport ERP tizimini sof texnik yechim emas, balki biznes jarayonlarni qayta loyihalash vositasi sifatida ko'rib chiqishni asoslab bergan [2]. M. Al-Mashari, A. Al-Mudimigh va M. Zairi muvaffaqiyat omillarining taksonomik tasnifini ishlab chiqib, ularni strategik, taktik va operatsion guruhlariga ajratgan [3]. So'nggi tizimli sharhlar yuqori boshqaruvning qo'llab-quvvatlashi, ERP tizimining tashkiliy mosligi va xodimlarni o'qitishni eng muhim muvaffaqiyat omillari sifatida ko'rsatadi [4]. ERP joriy etilgandan keyingi bosqich samaradorligiga bag'ishlangan tadqiqotlar esa foydalanuvchilarning moslashuvi va ma'lumotlar sifatining hal qiluvchi ahamiyatga ega ekanligini ta'kidlaydi [5].

Resurslarni taqsimlash va modullarni joriy etish izchilligini optimallashtirish masalalari nisbatan kam o'rganilgan. Ayrim mualliflar ERP joriy etishda chekli resurslarni muvaffaqiyat omillari bo'yicha taqsimlash uchun nochiziqli dasturlash modelini taklif etgan [6]. Optimal ketma-ketlikni aniqlash o'z mohiyatiga ko'ra ko'p bosqichli qaror qabul qilish masalasi bo'lib, uni hal etishda R. Bellman asoslagan optimallik prinsipi murakkab masalani oddiy qism masalalar ketma-ketligiga ajratish imkonini beradi [7; 8]. M. Held va R. Karp dinamik dasturlash yondashuvini ketma-ketlikni belgilash masalalariga tatbiq etib, uning amaliy samaradorligini ko'rsatgan [9].

Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, mavjud tadqiqotlar asosan ERP joriy etish muvaffaqiyatining sifat omillariga qaratilgan bo'lib, modullarni iqtisodiy samaradorlikka tayangan holda joriy etish izchilligini optimallashtirishning miqdoriy mexanizmlari yetarlicha ishlab chiqilmagan. Aynan shu bo'shliq mazkur tadqiqotning ilmiy yangiligini belgilaydi.

Tadqiqot metodologiyasi. Tadqiqotda iqtisodiy-matematik modellash, ekspert baholash va dinamik dasturlash usullaridan foydalanildi. ERP tizimini joriy etish ko'p bosqichli boshqaruv jarayoni sifatida qaraladi: har bir bosqichda

navbatdagi avtomatlashtiriladigan jarayonni tanlash zarur bo'лади, bunda tanlov keyingi bosqichlarning umumiy samaradorligiga ta'sir ko'rsatadi. Dinamik dasturlash usuli R. Bellmannning optimallik prinsipiga asoslanadi: agar butun jarayon uchun optimal qarorlar to'plami mavjud bo'lsa, uning har qanday qism jarayoni ham optimal qarorlar to'plamini o'z ichiga oladi [7].

Model quyidagi belgilashlar orqali tuziladi: x_i – joriy bosqichdan keyingi umumiy samaradorlik holati; u_i – qaysi jarayonni avtomatlashtirish bo'yicha qaror (boshqaruv); w_i – joriy bosqichda olinadigan yutuq (foyda yoki samara). Jarayon funksiyasi quyidagicha ifodalanadi:

$$x_i = f(x_{i-1}, u_i) = x_{i-1} + \Delta w_i \quad (1)$$

Maqsad funksiyasi (Bellman tenglamasi) esa quyidagi rekurrent ko'rinishda kiritiladi:

$$B_{i-1}(x_{i-1}) = \max\{w_i(x_{i-1}, u_i) + B_i(x_i)\} \quad (2)$$

bu yerda $B_i(x_i)$ – keyingi bosqichlarda erishish mumkin bo'lgan eng katta umumiy yutuq. Usul uch bosqichda amalga oshiriladi: qarorni tayyorlash (joriy etish mumkin bo'lgan barcha jarayonlar va ularning boshqaruv parametrlarini aniqlash), shartli optimallashtirish (har bir jarayonning yutuq va xarajat qiymatlarini hisoblab, teskari tartibda optimal tanlovni belgilash) hamda shartsiz optimallashtirish (barcha jarayonlarning optimal ketma-ketligi va maksimal umumiy samara W^* ni topish).

Har bir jarayon uchun foyda ko'rsatkichi (F) ishlab chiqarish hajmi o'sishi, mehnat unumdorligi, ombor zaxiralari aylanish tezligi, buyurtmalarni bajarish tezligi hamda moliyaviy hisobot tayyorlash tezligi kabi indikatorlar asosida ball shaklida baholandi. Xarajat ko'rsatkichi (X) esa ERP litsenziyasi va texnik xarajatlar, joriy etish va moslashtirish, xodimlarni o'qitish, texnik qo'llab-quvvatlash hamda jarayonlarni qayta tashkil etish xarajatlarini qamrab oldi. Foydaning xarajatga nisbati ($w_i = F/X$) investitsiya samaradorligi ko'rsatkichi sifatida qabul qilindi: ushbu nisbat qancha yuqori bo'lsa, ERP tizimini aynan shu jarayonga birinchi navbatda joriy etish shunchalik maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Tahlil va natijalar. OKMK yirik kon-metallurgiya korxonasi bo'lib, uning faoliyatida resurs ta'minoti, ishlab chiqarish, logistika, energetika, moliyaviy boshqaruv, kadrlar, sotuv, sifat nazorati hamda innovatsiya va raqamli transformatsiya jarayonlari ishtirok etadi. Ushbu to'qqizta asosiy biznes jarayon ajratilib, har biriga mos 1C ERP moduli belgilandi va foyda hamda xarajat ballari ekspert baholash asosida hisoblandi. Olingan natijalar 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval ma'lumotlaridan ko'rinadiki, eng yuqori foyda/xarajat nisbati resurs va ta'minot ($w_i=2,71$) hamda ishlab chiqarish ($w_i=2,25$) jarayonlarida qayd etildi. Bu jarayonlar ishlab chiqarish zanjirining o'zagini tashkil etadi va ular bo'yicha ERP tizimini joriy etish logistika, xaridlar hamda ishlab chiqarish rejalashtirishning optimallashtirishiga olib keladi. Eng past nisbat esa innovatsiya va raqamli transformatsiya ($w_i=1,33$) hamda sifat va audit ($w_i=1,52$) bo'limlarida kuzatildi; ushbu jarayonlar texnik jihatdan murakkabroq, xarajati yuqori bo'lib, dastlabki bosqichlarda yetarli iqtisodiy samara bermaydi.

**OKMK faoliyatiga ERP tizimini joriy etish imkoniyatlarini baholash
natijalari¹⁰⁷**

Jarayon	1C ERP moduli	Foyda (ball)	Xarajat (ball)	$w_i = F/X$
Resurs va ta'minot	1C:Ta'minot va xaridlar	95	35	2,71
Ishlab chiqarish	1C:Ishlab chiqarishni boshqarish	90	40	2,25
Logistika va transport	1C:Logistika va transport	70	35	2,00
Energetika va xizmatlar	1C:Asosiy vositalar; 1C:Texnik xizmat	60	32	1,88
Moliyaviy boshqaruv	1C:Buxgalteriya hisobi	85	48	1,77
Kadrlar va HR	1C:Kadrlar boshqaruvi	60	35	1,71
Sotuv va marketing	1C:Sotuvni boshqarish	55	34	1,62
Sifat va audit	1C:Sifatni boshqarish; Audit moduli	50	33	1,52
Innovatsiya va raqamli transformatsiya	1C:Loyiha boshqaruvi; BI moduli	80	60	1,33

Bellman algoritmi qo'llanilishi natijasida ERP joriy etishning optimal ketma-ketligi quyidagicha aniqlandi: resurs va ta'minot - ishlab chiqarish - logistika va transport - energetika va xizmatlar - moliyaviy boshqaruv - kadrlar va HR - sotuv va marketing - sifat va audit - innovatsiya va raqamli transformatsiya. Ushbu izchillik korxonada resurslarni taqsimlashni optimallashtiradi, dastlabki bosqichlarda maksimal iqtisodiy samara olish imkonini yaratadi, keyingi jarayonlar esa avvalgi bosqichlarda shakllantirilgan axborot infratuzilmasiga tayangan holda samarali ishlaydi. Bu yondashuv ERP joriy etish jarayonini an'anaviy tajriba asosida emas, balki funksional samaradorlikka tayangan holda ilmiy asosda rejalashtirish imkonini beradi va yirik sanoat korxonalarida joriy etish ketma-ketligini analitik ravishda asoslab beruvchi universal mexanizm sifatida qaralishi mumkin.

Xulosa. Tadqiqot natijalari yirik sanoat korxonasida ERP tizimini bir vaqtning o'zida to'liq joriy etish maqsadga muvofiq emasligini va modullarni bosqichma-bosqich tatbiq etish izchilligini ilmiy asoslash zaruratini ko'rsatdi. R. Bellmanning optimallik prinsipiga asoslangan dinamik dasturlash usuli ERP joriy etish ketma-ketligini har bir jarayonning foyda/xarajat nisbati va jarayonlararo o'zaro ta'sirini hisobga olgan holda aniqlash imkonini berdi. OKMK misolida

¹⁰⁷ Manba: muallif tomonidan ekspert baholash asosida tuzilgan.

nisbatning eng yuqori qiymati resurs va ta'minot ($w_i=2,71$) hamda ishlab chiqarish ($w_i=2,25$) jarayonlarida aniqlandi, demak ERP tizimini aynan ushbu yo'nalishlardan boshlash strategik jihatdan to'g'ri va iqtisodiy jihatdan maqbul hisoblanadi; eng past samaradorlik esa innovatsiya va raqamli transformatsiya ($w_i=1,33$) hamda sifat va audit ($w_i=1,52$) bo'limlarida qayd etilib, ular oxirgi bosqichlarda avtomatlashtirilishi tavsiya etildi.

Taklif etilgan yondashuv ERP loyihasini samarali rejalashtirish, xarajatlarni optimallashtirish, jarayonlararo muvozanatni ta'minlash va maksimal umumiy iqtisodiy samaradorlikka erishish imkonini beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 16-fevral 2026-yil PF-21-son "Mamlakat taraqqiyotining 2030-yilgacha mo'ljallangan ustuvor yo'nalishlari doirasida islohotlarni izchil davom ettirish va yangi bosqichga olib chiqishning qo'shimcha chora-tadbirlari to'g'risida" Farmoni <https://lex.uz/ru/docs/-8050769>.

2. Davenport T.H. Putting the Enterprise into the Enterprise System // Harvard Business Review. 1998. Vol. 76, No. 4. P. 121–131.

3. Al-Mashari M., Al-Mudimigh A., Zairi M. Enterprise Resource Planning: A Taxonomy of Critical Factors // European Journal of Operational Research. 2003. Vol. 146, No. 2. P. 352–364.

4. Leyh C., Köppel K., Neuschl S., Pentrack M. ERP System Implementation Projects: An Update on Critical Success Factors // Lecture Notes in Business Information Processing. Springer, 2024.

5. Kiu M.S., Lim C.H. et al. Systematic Literature Review of Critical Success Factors on Enterprise Resource Planning Post Implementation // Cogent Business & Management. 2023. Vol. 10, No. 3. Article 2264001.

7. Hsu P.-F., Yen H.R., Chung J.-C. Critical Success Factor Based Resource Allocation in ERP Implementation: A Nonlinear Programming Model // Heliyon. 2022. Vol. 8, No. 8. e10044.

8. Bellman R. The Theory of Dynamic Programming // Bulletin of the American Mathematical Society. 1954. Vol. 60, No. 6. P. 503–515.

9. Bellman R. Dynamic Programming. Princeton: Princeton University Press, 1957. – 342 p.

10. Held M., Karp R.M. A Dynamic Programming Approach to Sequencing Problems // Journal of the Society for Industrial and Applied Mathematics. 1962. Vol. 10, No. 1. P. 196–210.