



Mirjahon G'. ALIQULOV,

Tayanch doktorant, Qarshi davlat universiteti, Qarshi, O'zbekiston
E-mail: alikulov.mirjaxon@gmail.com, ORCID:0009-0006-4963-1577

Iqtisod fanlari doktori, dotsent M.Muxitdinova taqrizi asosida

A LOW-COST DIGITAL-LEAN MANAGEMENT MODEL FOR SMALL AND MEDIUM-SIZED INDUSTRIAL ENTERPRISES

Annotation

The article proposes a low-cost digital-Lean management model for small and medium-sized industrial enterprises with limited financial, technological and human resources. The model integrates operational data collection, KPI calculation, deviation detection, problem analysis, Lean tool selection and result reassessment into a single management cycle. Systems analysis, comparative analysis, process modelling and case-study methods were applied. The model is based on phased implementation, standardized data forms, a limited number of measurable KPIs and rule-based recommendations. It does not require the immediate replacement of existing information systems. Pilot implementation at two industrial enterprises showed improvements in equipment efficiency, repair duration and changeover time. The proposed model enables enterprises to reduce operational losses and improve KPI transparency without substantial initial investment.

Key words: AIM Lean, digital management, Lean management, KPI, small and medium-sized enterprises, operational data, production losses, digital monitoring, adaptive management.

НИЗКОЗАТРАТНАЯ ЦИФРОВАЯ LEAN-МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ МАЛЫХ И СРЕДНИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Аннотация

В статье предложена низкозатратная цифровая Lean-модель управления для малых и средних промышленных предприятий с ограниченными финансовыми, технологическими и кадровыми ресурсами. Модель объединяет сбор операционных данных, расчёт KPI, выявление отклонений, анализ причин проблемы, выбор Lean-инструмента и повторную оценку результатов в едином управленческом цикле. В исследовании использованы системный и сравнительный анализ, процессное моделирование и метод кейс-стади. Модель основана на поэтапном внедрении, стандартизированных формах данных, ограниченном количестве измеримых KPI и рекомендациях, формируемых по установленным правилам. Она не требует немедленной замены действующих информационных систем. Апробация на двух промышленных предприятиях показала улучшение эффективности оборудования, сокращение времени ремонта и переналадки.

Ключевые слова: AIM Lean, цифровое управление, Lean-менеджмент, KPI, малые и средние предприятия, операционные данные, производственные потери, цифровой мониторинг, адаптивное управление.

KICHIK VA O'RTA SANOAT KORXONALARI UCHUN KAM XARAJATLI RAQAMLI-LEAN BOSHQARUV MODELI

Annotatsiya

Maqolada moliyaviy, texnologik va kadrlar resurslari cheklangan kichik va o'rta sanoat korxonalari uchun kam xarajatli raqamli-Lean boshqaruv modeli taklif etilgan. Model operatsion ma'lumotlarni yig'ish, KPIlarni hisoblash, og'ishlarni aniqlash, muammo sabablarini tahlil qilish, mos Lean vositasini tanlash va natijalarni qayta baholash jarayonlarini yagona boshqaruv siklida birlashtiradi. Tadqiqotda tizimli va qiyosiy tahlil, jarayonli modellashirish hamda keys-stadi usullaridan foydalanilgan. Model bosqichma-bosqich joriy etish, standart ma'lumot shakllari, cheklangan KPIlar va belgilangan qoidalarga asoslangan tavsiyalar orqali ishlaydi. U amaldagi axborot tizimlarini birdaniga almashtirishni talab qilmaydi. Ikki pilot korxonadagi sinov uskunalar samaradorligi, ta'mirlash va qayta sozlash vaqti bo'yicha ijobiy natijalarni ko'rsatgan.

Kalit so'zlar: AIM Lean, raqamli boshqaruv, Lean management, KPI, kichik va o'rta korxonalar, operatsion ma'lumotlar, ishlab chiqarish yo'qotishlari, raqamli monitoring, moslashuvchan boshqaruv.

Kirish. Raqamli texnologiyalar sanoat korxonalarida ma'lumotlarni qayd etish vositasidan boshqaruv qarorlarini shakllantiruvchi muhim omilga aylanmoqda. Uskunalar holati, ishlab chiqarish hajmi, ta'mirlash davomiyligi, mahsulot sifati, zahiral va buyurtmalar ijrosi haqidagi ma'lumotlarni muntazam kuzatish operatsion yo'qotishlarni o'z vaqtida aniqlash imkonini beradi. Biroq ma'lumotlarning mavjudligi boshqaruv samaradorligini o'z-o'zidan ta'minlamaydi. Ma'lumot aniq ko'rsatkichga, ko'rsatkichdagi og'ish muammoga, muammo esa mas'ul va muddati belgilangan vazifaga aylantirilgandagina amaliy qiymat hosil qiladi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 5-oktabrdagi PF-6079-son Farmoni bilan tasdiqlangan "Raqamli O'zbekiston – 2030" strategiyasida iqtisodiyot tarmoqlarida raqamli texnologiyalarni keng joriy etish, raqamli industriyani rivojlantirish va boshqaruv jarayonlarini zamonaviy axborot tizimlari asosida tashkil etish ustuvor vazifalar sifatida belgilangan

[1]. Mazkur vazifalar yirik korxonalar bilan bir qatorda moliyaviy, texnologik va kadrlar resurslari cheklangan kichik hamda o'rta sanoat korxonalari uchun ham amaliy boshqaruv vositalarini ishlab chiqishni talab etadi.

Kichik va o'rta korxonalarda ishlab chiqarish, ta'mirlash, sifat nazorati, ombor va logistika ma'lumotlari ko'pincha alohida jadvallar yoki jurnallarda yuritiladi. Natijada rahbariyat yakuniy ko'rsatkichlarni ko'radi, biroq ularga ta'sir qilgan operatsion sabablarni tezkor aniqlashda qiyinchilikka duch keladi. Murakkab ERP va MES tizimlari esa katta boshlang'ich xarajat, maxsus infratuzilma va malakali mutaxassislarni talab qiladi. Shu sababli mavjud texnik imkoniyatlarga tayangan holda raqamli monitoring, KPI tizimi va Lean vositalarini birlashtiruvchi bosqichli hamda kam xarajatli boshqaruv modeliga ehtiyoj yuzaga kelmoqda.

Ilmiy tadqiqotlarda Lean management ishlab chiqarishdagi qiymat yaratmaydigan operatsiyalarni kamaytirish vositasi, Industry 4.0 texnologiyalari esa ma'lumotlarni tezkor yig'ish va

tahlil qilish mexanizmi sifatida baholanadi [2; 3]. Biroq ushbu ikki yo'nalishni kichik va o'rta sanoat korxonalarining resurs imkoniyatlariga mos ravishda yagona boshqaruv sikliga birlashtirish masalasi yetarli darajada ishlab chiqilmagan. Ayniqsa, operatsion ma'lumotlarni KPI og'ishi, muammo sababi, Lean vositasi va aniq boshqaruv vazifasi bilan bog'laydigan sodda mexanizmga ehtiyoj mavjud.

Mazkur maqolaning maqsadi kichik va o'rta sanoat korxonalarini uchun operatsion ma'lumotlarni yig'ish, KPIlarni hisoblash, og'ishlarni aniqlash, muammo sabablarini tahlil qilish, mos Lean vositasini tanlash va natijalarni qayta baholash bosqichlarini yagona siklda birlashtiruvchi kam xarajatli AIM Lean boshqaruv modelini asoslashdan iborat. Tadqiqot doirasida modelning konseptual tuzilishi, ishlash algoritmi, kam xarajatligini ta'minlovchi tamoyillari hamda "Sultan Tex" MCHJ va "Asia Golden Oil" MCHJ misolidagi amaliy natijalari baholanadi.

Mavzuga oid adabiyotlarning tahlili. Lean boshqaruv konsepsiyasi ishlab chiqarish jarayonlarida qiymat yaratmaydigan operatsiyalarni aniqlash va kamaytirishga asoslanadi. T. Ohno Toyota ishlab chiqarish tizimida ortiqcha zahira, kutish, nuqson, keraksiz harakat va uskunalarning bekor turishini asosiy yo'qotishlar sifatida baholagan [11]. J.P. Womack va D.T. Jones esa Lean yondashuvini alohida ishlab chiqarish vositasi emas, balki qiymat oqimini tahlil qilish, uzluksiz harakatni ta'minlash va jarayonlarni doimiy takomillashtirishga qaratilgan boshqaruv falsafasi sifatida rivojlantirgan [12].

R. Shah va P.T. Ward Lean ishlab chiqarishni 5S, TPM yoki Kanban kabi alohida vositalar yig'indisi sifatida emas, balki o'zaro bog'langan tashkiliy va operatsion amaliyotlar tizimi sifatida talqin qilgan [3]. Mualliflarning keyingi tadqiqotida Lean ishlab chiqarish darajasini baholash uchun standart ko'rsatkichlar tizimini shakllantirish zarurligi asoslangan [4].

Industry 4.0 va Lean ishlab chiqarish integratsiyasiga oid tadqiqotlarda raqamli texnologiyalar Lean tamoyillarini almashtirmasligi, balki ularning natijadorligini kuchaytirishi qayd etilgan. S.-V. Buer, J.O. Strandhagen va F.T.S. Chan real vaqt rejimidagi ma'lumotlar, avtomatik monitoring va raqamli tahlil ishlab chiqarish jarayonlarining shaffofligini oshirishini aniqlagan [2]. D. Kolberg va D. Zühlke raqamli vositalar ishlab chiqarishdagi og'ishlarni tezroq aniqlash, vizual boshqaruvni kuchaytirish va xodimlarga zarur ma'lumotni o'z vaqtida yetkazish imkonini berishini ta'kidlagan [5].

A. Sanders, C. Elangeswaran va J.P. Wulfsbergning tadqiqotida IoT, avtomatlashtirilgan monitoring va ma'lumotlar tahlili Lean vositalarini qo'llash uchun yordamchi mexanizm sifatida baholangan [6]. Ularning xulosasiga ko'ra, raqamlashtirishning asosiy maqsadi ma'lumotlar hajmini ko'paytirish emas, balki ishlab chiqarishdagi muammolarni tez aniqlash va boshqaruv qarorlarini asoslashdan iborat.

Korxona faoliyatini o'lchashda KPI tizimi strategik va operatsion natijalar o'rtasidagi bog'liqlikni ta'minlaydi. R.S. Kaplan va D.P. Norton moliyaviy natijalarni ichki jarayonlar, mijozlar va tashkiliy rivojlanish ko'rsatkichlari bilan birgalikda baholashni taklif qilgan [7]. Ishlab chiqarish operatsiyalarida KPIlarni bir xil mazmun va formula asosida hisoblash uchun ISO 22400-1 va ISO 22400-2 standartlari muhim uslubiy manba hisoblanadi [8; 9]. P. Muchiri va L. Pintelon esa OEE ko'rsatkichining uskunalarning mavjudligi, unumdorligi va mahsulot sifatini yagona tizimda baholash imkoniyatini asoslagan [10].

Shuningdek, AIM Lean modelining operatsion yo'qotishlarni kamaytirish va KPI shaffofligini oshirishdagi imkoniyatlari ko'rib chiqilgan [13]. Biroq mavjud tadqiqotlarda modelni moliyaviy va texnik resurslari cheklangan kichik hamda o'rta sanoat korxonalariga kam xarajat bilan joriy etish mexanizmi yetarli darajada ochib berilmagan.

Tadqiqot metodologiyasi. Tadqiqotning empirik bazasini Qashqadaryo viloyatida faoliyat yuritayotgan "Sultan Tex" MCHJ va "Asia Golden Oil" MCHJ korxonalarining ishlab chiqarish jurnallari, Lean-audit materiallari, texnik xizmat ko'rsatish hisobotlari, KPI monitoringi natijalari hamda Qashqadaryo viloyati hokimligining 2026-yil 29-iyundagi 03/8143-son ma'lumotnomasi tashkil etdi. Model samaradorligi ushbu korxonalarda joriy etilgan pilot loyihalar natijalari asosida baholandi.

Tahlil jarayonida ishlab chiqarish samaradorligini ifodalovchi OEE (Overall Equipment Effectiveness), MTTR (Mean Time to Repair), MTBF (Mean Time Between Failures), FPY (First Pass Yield), DIO (Days Inventory Outstanding) va OTIF (On Time In Full) kabi asosiy samaradorlik ko'rsatkichlari tanlandi. Ushbu KPIlar ISO 22400 standartlari tavsiyalariga muvofiq yagona metodika asosida hisoblanib, joriy etishdan oldingi va keyingi holat qiyosiy tahlil qilindi [8; 9].

Tadqiqot metodologiyasining muhim jihati shundan iboratki, AIM Lean modeli yirik korxonalarda qo'llaniladigan murakkab ERP yoki MES tizimlariga tayanmaydi. Model mavjud axborot infratuzilmasidan foydalangan holda operatsion ma'lumotlarni yig'ish, KPIlarni hisoblash, me'yoriy qiymatlardan og'ishlarni aniqlash, muammo sabablarini baholash, mos Lean vositasini tanlash, vazifalarni birlashtirish va natijalarni qayta monitoring qilish bosqichlarini yagona boshqaruv sikliga birlashtiradi.

Tahlil va natijalar. Tahlillar shuni ko'rsatdiki, aksariyat korxonalarda ishlab chiqarish, ta'mirlash, sifat nazorati va ombor hisobi bo'yicha ma'lumotlar alohida shakllantiriladi. Bunday holatda ma'lumotlar yetarli bo'lsa-da, ular yagona boshqaruv tizimida o'zaro bog'lanmaydi. Natijada rahbariyat ishlab chiqarish natijalarini ko'radi, biroq natijaga olib kelgan asosiy sabablarni tezkor aniqlash imkoniyatiga ega bo'lmaydi.

Tadqiqot davomida aniqlanishicha, mavjud boshqaruv tizimlarida uchta asosiy muammo kuzatiladi:

operatsion ma'lumotlarning turli manbalarda saqlanishi; KPIlarning muntazam va yagona metodika asosida hisoblanmasligi; aniqlangan muammolarni Lean vositalari orqali bartaraf etish imkonsizligi.

Mazkur muammolarni bartaraf etish maqsadida AIM Lean modeli ishlab chiqildi. Modelning asosiy vazifasi operatsion ma'lumotlarni boshqaruv qaroriga aylantirishdan iborat.

Model quyidagi ketma-ketlik asosida ishlaydi:

Operatsion ma'lumotlar → KPI hisoblash → Og'ishni aniqlash → Muammoni tahlil qilish → Lean vositasini tanlash → Vazifani birlashtirish → Natijani qayta baholash.

"Sultan Tex" MCHJda asosiy muammo uskunalarning tez-tez to'xtashi va ta'mirlash davomiyligining yuqoriligi bilan bog'liq bo'lgan. TPM vositasi joriy etilgach, MTTR 5,2 soatdan 4,4 soatga kamaydi, uskunalarning samaradorligini ifodalovchi OEE 62 foizdan 71 foizga oshdi.

"Asia Golden Oil" MCHJda esa asosiy muammo qadoqlash liniyasini qayta sozlash vaqtining yuqoriligi bo'lgan. SMED usuli qo'llanilgach, qayta sozlash vaqti 48 daqiqadan 36 daqiqagacha qisqardi, OEE esa 58 foizdan 69 foizgacha oshdi.

1-jadval. Pilot korxonalarda AIM Lean modelining natijalari

Korxona	Lean vositasi	Ko'rsatkich	Joriy etishdan oldin	Joriy etilgandan so'ng	O'zgarish
Sultan Tex MCHJ	TPM	MTTR	5,2 soat	4,4 soat	-15 %
Sultan Tex MCHJ	TPM	OEE	62 %	71 %	+9 p.p.
Asia Golden Oil MCHJ	SMED	Setup time	48 daqıqa	36 daqıqa	-25 %
Asia Golden Oil MCHJ	SMED	OEE	58 %	69 %	+11 p.p.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi shundaki, ishlab chiqilgan AIM Lean modeli kichik va o'rta sanoat korxonalari uchun kam xarajatli raqamli-Lean boshqaruv mexanizmini taklif etadi. Modelda operatsion ma'lumotlar, KPI monitoringi va Lean vositalari yagona boshqaruv sikliga birlashtirilgan bo'lib, bu korxonalarda boshqaruv qarorlarining tezkorligi, shaffofligi va natijadorligini oshirish imkonini beradi.

Xulosa va takliflar. Tadqiqot yakunlari asosida quyidagi xulosalar shakllantirildi:

Kichik va o'rta sanoat korxonalarida asosiy muammo operatsion ma'lumotlarning yetishmasligi emas, balki ularning yagona boshqaruv tizimida integratsiyalanmaganligidir.

Operatsion ma'lumotlar, KPI monitoringi va Lean vositalarini yagona boshqaruv sikliga birlashtirish boshqaruv qarorlarining tezkorligi va aniqligini sezilarli darajada oshiradi.

AIM Lean modeli mavjud axborot infratuzilmasidan foydalangan holda murakkab ERP yoki MES tizimlarini joriy etmasdan ham raqamli-Lean boshqaruvni bosqichma-bosqich tashkil etish imkonini beradi.

KPIlarning yagona metodika asosida hisoblanishi ishlab chiqarish jarayonlarini obyektiv baholash hamda muammolarning asl sabablarini aniqlash uchun ishonchli axborot bazasini yaratadi.

Pilot korxonalarda olingan natijalar modelning operatsion yo'qotishlarni kamaytirish, uskunalar samaradorligini oshirish va boshqaruv jarayonlari shaffofligini ta'minlashda amaliy jihatdan samarali ekanligini ko'rsatdi.

Tadqiqot natijalaridan kelib chiqib quyidagi amaliy takliflar ishlab chiqildi:

korxonalarda raqamli-Lean transformatsiyani eng muammoli ishlab chiqarish jarayonidan pilot loyiha sifatida boshlash;

ishlab chiqarish samaradorligini baholash uchun OEE, MTTR, MTBF, FPY, DIO va OTIF kabi asosiy KPIlarni yagona metodika asosida muntazam hisoblash;

aniqlangan KPI og'ishlarini muammo sabablarini tahlil qilish va mos Lean vositalarini tanlash bilan bog'laydigan raqamli monitoring tizimini joriy etish;

ishlab chiqarish ma'lumotlarini muntazam tahlil qilish hamda boshqaruv qarorlarini KPI natijalari asosida qabul qilish amaliyotini yo'lga qo'yish.

ADABIYOTLAR

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 5-oktabrdagi "Raqamli O'zbekiston – 2030" strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to'g'risidagi PF-6079-son Farmoni // O'zbekiston Respublikasi Qonunchilik ma'lumotlari milliy bazasi. URL: <https://lex.uz/docs/-5030957>
2. Buer S.-V., Strandhagen J.O., Chan F.T.S. The link between Industry 4.0 and lean manufacturing: mapping current research and establishing a research agenda // International Journal of Production Research. 2018. Vol. 56, No. 8. P. 2924–2940. DOI: 10.1080/00207543.2018.1442945. URL: <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1442945>
3. Shah R., Ward P.T. Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance // Journal of Operations Management. 2003. Vol. 21, No. 2. P. 129–149. DOI: 10.1016/S0272-6963(02)00108-0. URL: [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(02\)00108-0](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(02)00108-0)
4. Shah R., Ward P.T. Defining and developing measures of lean production // Journal of Operations Management. 2007. Vol. 25, No. 4. P. 785–805. DOI: 10.1016/j.jom.2007.01.019. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jom.2007.01.019>
5. Kolberg D., Zühlke D. Lean automation enabled by Industry 4.0 technologies // IFAC-PapersOnLine. 2015. Vol. 48, No. 3. P. 1870–1875. DOI: 10.1016/j.ifacol.2015.06.359. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.359>
6. Sanders A., Elangeswaran C., Wulfsberg J.P. Industry 4.0 implies lean manufacturing: research activities in Industry 4.0 function as enablers for lean manufacturing // Journal of Industrial Engineering and Management. 2016. Vol. 9, No. 3. P. 811–833. DOI: 10.3926/jiem.1940. URL: <https://doi.org/10.3926/jiem.1940>
7. Kaplan R.S., Norton D.P. The Balanced Scorecard: measures that drive performance // Harvard Business Review. 1992. Vol. 70, No. 1. P. 71–79. URL: <https://hbr.org/1992/01/the-balanced-scorecard-measures-that-drive-performance-2>
8. International Organization for Standardization. ISO 22400-1:2014. Automation systems and integration — Key performance indicators for manufacturing operations management — Part 1: Overview, concepts and terminology. Geneva: ISO, 2014. URL: <https://www.iso.org/standard/56847.html>
9. International Organization for Standardization. ISO 22400-2:2014. Automation systems and integration — Key performance indicators for manufacturing operations management — Part 2: Definitions and descriptions. Geneva: ISO, 2014. URL: <https://www.iso.org/standard/54497.html>
10. Muchiri P., Pintelon L. Performance measurement using overall equipment effectiveness: literature review and practical application discussion // International Journal of Production Research. 2008. Vol. 46, No. 13. P. 3517–3535. DOI: 10.1080/00207540601142645. URL: <https://doi.org/10.1080/00207540601142645>
11. Ohno T. Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production. New York: Productivity Press, 1988. 176 p. DOI: 10.4324/9780429273018. URL: <https://doi.org/10.4324/9780429273018>
12. Womack J.P., Jones D.T. Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation. Revised and updated edition. New York: Free Press, 2003. 400 p. URL: <https://www.lean.org/store/book/lean-thinking/>
13. Alikulov M.G. Implementing AIM Lean Management to Reduce Operational Losses and Enhance KPI Transparency // American Journal of Social and Humanitarian Research. 2026. Vol. 7, No. 1. P. 221–228. DOI: 10.31150/ajshr.v7i1.4532. URL: <https://doi.org/10.31150/ajshr.v7i1.4532>