

Торайғыров университетінің
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Торайғыров университета

Торайғыров университетінің ХАБАРШЫСЫ

Экономикалық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК Торайғыров университета

Экономическая серия
Издается с 1997 года
ISSN 2710-3552

№ 1 (2026)
Павлодар

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Торайгыров университета

Экономическая серия
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания
№ KZ93VPY00029686

выдано
Министерством информации и коммуникаций
Республики Казахстан

Тематическая направленность
публикация материалов в области экономики, управления,
финансов, бухгалтерского учета и аудита

Подписной индекс – 76133

<https://doi.org/10.48081/BGQF1791>

Бас редакторы – главный редактор
Давиденко Л. М.
доктор PhD

Заместитель главного редактора
Ответственный секретарь

Гребнев Л. С., *д.э.н., профессор*
Шеримова Н. М., *доктор PhD*

Редакция алкасы – Редакционная коллегия

Шмарловская Г. А.,	<i>д.э.н., профессор (Беларусь);</i>
Кунязов Е. К.,	<i>доктор PhD, доцент;</i>
Алмаз Тольымбек,	<i>доктор PhD, профессор (США);</i>
Мукина Г. С.,	<i>доктор PhD, ассоц. профессор, доцент;</i>
Дугалова Г. Н.	<i>д.э.н., профессор</i>
Алтайбаева Ж. К.,	<i>к.э.н.</i>
Мусина А. Ж.,	<i>к.э.н., ассоц. профессор, доцент;</i>
Титков А. А.,	<i>к.э.н., доцент;</i>
Искакова З. С.	<i>технический редактор.</i>

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов
При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

***Г. Н. Аязбаева¹, Ш. Е. Шалбаева²**

^{1,2}Алматы Менеджмент университеті,

Қазақстан Республикасы, Алматы қ.

¹ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-5763-0166>

²ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1862-4941>

*e-mail: gulnaranurtalip@gmail.com

LEAN 4.0: ҮНЕМДІ БАСҚАРУ МЕН ЦИФРЛАНДЫРУДЫҢ ИНТЕГРАЦИЯСЫ

Бұл ғылыми мақалада *Lean 4.0* түсініктемесі, үнемді басқару қағидалары мен цифрлық технологиялардың бірігуі қарастырылады. Заманауи ұйымдар шығындарды азайту, тиімділікті арттыру және цифрлық экономика кезеңіне адаптация қажеттілігімен тұспа-тұс келіп отыр. Сондықтан да үнемді басқару және цифрландыру инструменттерін (IoT, ERP жүйелері Big Data, ЖИ) интеграциялау тұрақты дамудың басты факторының бірі болып табылуда, Зерттеудің мақсаты – Қазақстан Республикасының ұйымдары мен әлемдік практикада *Lean 4.0* енгізу мүмкіндіктері мен шектеулерін анықтау. Ғылыми мақаланың әдістемелік негізіне жүйелік талдау, салыстырмалы талдау және сонымен қоса SWOT талдау, дисперсиялық талдаудың иллюстрациялық талдауы (ANOVA) әдістері кіреді. Зерттеу барысында *Lean 4.0* артықшылықтары көрсетілді: тауар сапасын жақсарту, бизнес-үрдістердің ашықтығын көрсету, өндіріс шығындарын оңтайландыру және шешім қабылдауды жеделдету. Сонымен бірге кездесетін кедергілерде кездеседі, атап айтсақ: цифрлық қондырғылардың бағасының қымбаттығы, қызметкерлердің цифрлық біліктілігінің төмендігі және ұйымдастырушылық өзгерістердегі кедергілер. Практикалық маңыздылығы *Lean 4.0* әдеттегі кайзен қағидаларын цифрлық түрлендіру мүмкіндіктерімен интеграциялау құралы болып табылады. Отандық кәсіпорындарға бұл үрдіс бәсекелік қабілеттілікті арттыруға, экспорттық потенциалды арттыруға, халықаралық стандарттарға сәйкес келу мүмкіндіктерін ашады.

Зерттеу нәтижелерін теориялық зерттеулерде де, Lean 4.0 енгізу бойынша тәжірибелер ұсыныстарын дайындау кезінде де қолдануға болады.

Кілтті сөздер: Үнемді басқару, lean 4.0, цифрландыру, industry 4.0, инновация, өндіріс тиімділігі, технологияларды интеграциялау.

Кіріспе

Қазіргі кезде экономикалық басқару мен өндірістің барлық сфералары цифрлық трансформациялану кезеңін бастан кешіруде. «Индустрия 4.0» түсінігі ұйым қызметіне киберфизикалық үлкен деректерді қамтитын жүйелерді, заттар ғаламторы мен жасанды интеллектті кеңінен енгізуді мақсат етуде. Цифрлық технологиялармен бірге классикалық басқару тәсілдерін, оның ішінде, ысыраптарыды азайту, тиімділікті арттыру, қызметкерлерді дамыту үрдістеріне бағытталған (Lean) үнемді өндірістің қажеттілігі артуда. Бұл жолдардың қиылысында жаңа менеджмент парадигмасы қалыптасуда – ол Lean 4.0, ол жерде Lean басқару принциптерін цифрландыру инструменттерімен қосу арқылы интеграциялауды көздейді. Бұл әдіс сауатты аналитика, бизнес-үрдістерді оптимизациялау мен сыртқы орта өзгерістеріне икемді әрі жылдам әрекет ете отырып компаниялардың бәсекелік қабілетін арттыруға перспективалар ашады.

Көптеген осы тақырыпты зертеуші ғалымдар үнемді өндірістің дамуын «The Machine That Changed the World» атты кітаптың шығуымен сипаттаған, «архаистық технологиялармен жаппай өндіріспен айналысып жатқан компанияларды және олардың менеджерлерін, қызметкерлерін және инвесторларын оятуға тырыстық» [1]. Үнемді өндірістің шығу тегі жапондық өндіріспен тікелей байланысты, оның негізін қалаушы жапондық Т. Оно болып саналады, «жапондықтармен жекелеген әдістер бойынша, бірнеше концептуалдық жұмыстар жазылды, мысалы Тайити Оно мемуарлары» [1]. Эрик Рис өзінің Lean Startup атты кітабында Тайити Оно мен Генри Форд идеяларына сүйене отырып заманауи үнемді өндірістің қадамдарын анықтаған. Ғылыми әдебиеттер мен мақаларды шолу барысында Lean әдістері өндірістің тұрақты дамуына әсер ететіндігін байқауға болады. Мишель Фиорелло [2] бәсекелестіктің қарқындап тұрған соңғы жылдары Lean әдістерін сауатты қолдана білген өндірістік компаниялардың жақсы нәтижелерін және экологиялық аспектілерге назар аударатын тәжірибелерді енгізуге болатынын алдыға тарта отырып, бұл Lean әдістің өміршең екенін дәлелдеген. Сонымен бірге, «бизнестің айналмалы үлгілерінің дамуы мен ауқымдылығын зерттеу және көміртегі іздерінің азаюы және қалдықтарды өндірудің азаюы...» [3] қоршаған ортаға проблемаларын шешуде маңызы

зор екенін терең зерттеген. Р. Сундара [4] жылдам өзгертін заманда өнім өндіретін немесе қызмет көрсететін ұйымдар өзгерістерге шапшақ әрекет ету үшін Lean қағидаларын қолдану өндірістік ысырап шығындарды кеміту мен ресурстарды үнемдеуде барынша оң әсерін көрсетті. Джеффи Лайкер[5] үнемді өндіріс туралы кітабында өндірістің барлық деңгейінде Lean әдісті лидерлік түсінігімен байланыстырды, яғни, ұйымдық мәдениет, қоршаған ортаға деген жауапкершілік осы аталған әдіс арқылы толық құндылық қалыптастыратынын көрсетеді.

Эрик Рис «тұтынушыға не керек екенін сұраудан басталған Startup, көптеген ысыраптардың алдын алады» [6]. Бұл тұжырым Lean әдісін өндіріске енгізу арқылы шығындардың төмендеп, өндірістік жүйелердің икемділігін артып, өндіріс тиімділігі жақсарып және нарық жағдайына бейімделуінде маңыздылығын анықтады. Масааки Имаи, шығындарды азайтудың жолы сапаны арттыру екенін баса айта отырып, «Парасатты сана мен аса үлкен шығынсыз шешетін нәрсені, бүгінгі менеджерлер пайда болған проблеманы күрделі технология, инструменттермен шешуге тырысады. Оларға тек күнделікті міндеттерді шешуге смарт технологияларды қолдану әдетінен арылу керек» [7]. Lean құралдарын өндіріске енгізудегі ең маңызды көрсеткіш компанияның үздіксіз жетілдіру жүйесі болып табылады. Т. Комковский өзінің «Үнемді басқаруды Industry 4.0-мен біріктіру: динамикалық мүмкіндіктер теориясының зерттеу перспективасы атты» ғылыми мақаласында: «тартылған ресурстар мен мүмкіндіктерге, синергияға, нақты интеграциялық күштерге мен операциялық деңгейлердегі нақты жолдарға қатысты біріктірілген тәсілдер фирмаларға жаңа мүмкіндіктер ашады» деген [8].

Өнеркәсіптің цифрлық трансформациясы аясында lean басқарудың дәстүрлі тәсілдері қайта ойластыруды және жаңа технологиялық мүмкіндіктерге бейімделуді талап етеді. Сондықтан да, lean басқару принциптері мен 4.0 индустриясының цифрлық технологияларының байланысын айқындайтын Lean 4.0 ұғымы ғылыми әдебиеттерде жиірек қолданылуда.

Lean құралдары	Ц и ф р л ы к технологиялар (Industry 4.0)	Механизм интеграциясы	Басқару эффектісі
Құндылық ағынын картаға түсіру (VSM)	IoT сенсорлары, MES жүйелері	Материалдық қозғалыс және операциялар туралы нақты уақыт режимінде деректерді жинау	Шығындар мен кедергілерді уақтылы анықтау
Кайдзен	Big Data, аналитика платформалар	Шешім қабылдауды қолдау үшін тарихи, ағымдағы деректерді талдау	Жақсартуларды негіздеуді жоғарылау
Канбан	Сандық панельдер басқару, ERP	Сигналдарын автоматтандыру	Қойманы азайту және цикл уақытын қысқарту
5S	RFID жүйелері бақылау	Жұмыс орындарында цифрлық бақылау және стандарттау	Тәртіп пен қауіпсіздікті көтеру
Just-in-Time	Болжам аналитика, жасанды интеллект	Сұранысты болжау және ұсынысты синхрондау	Артық резервтер минимизациялау
Процестерді стандартизациялау	Ц и ф р л ы к нұсқаулықтар, AR/VR	Операцияларды унификациялау, персоналды оқыту	Вариативтілікті азайту
Сапаны бақылау	Цифрлық көздер, AI алгоритмдер	Тауарларды инспекциялауды автоматтандыру	Дефекттерді азайту
Ескерту: деректер негізінде авторлар құрастырған			

Классикалық Lean тұжырымдамасы қалдықтарды (*muda*) жоюға, тұтынушы құндылығын арттыруға, үздіксіз жетілдіру мәдениетін қалыптастыруға бағытталған болатын. Оның негізгі құралдарына құндылық ағынын картаға түсіру (VSM), кайдзен, 5S, канбан және Just-in-Time болып табылады. Дәстүрлі Lean басқаруда визуалды бақылауға, сараптамалық пікірге, күрделі өндірістік жүйелердегі талдау жылдамдығын және басқару шешімдерінің нақтылығын шектейтін адам факторларына қатты сүйенеді.

Lean 4.0 цифрлық технологиялар Lean құралдарын жақсартатын және толықтыратын lean басқарудың эволюциялық дамуын білдіреді. Lean 4.0 нақты уақыт режимінде процестерді бақылауға, ауытқуларды болжауға және күнделікті операцияларды автоматтандыруға мүмкіндік бере отырып IoT, BigData, жасанды интеллект, киберфизикалық жүйелерді және DTwin пайдаланады. Lean 4.0 жүйесін үш өзара байланысты компоненттің өзара әрекеттесуіне негізделген модель ретінде қарастыруға болады:

- 1 Процестер (қалдықтарды жою, оңтайландыру);
- 2 Адамдар (корпоративтік мәдениет, қызметкерлердің қатысуы);
- 3 ехнология (IoT, аналитикалық-цифрлық платформалар).

Бұл құрамдағы байланыс реактивті басқарудан проактивті басқаруға ауысуға мүмкіндік береді, өндірістік жүйелерінің тиімділігін қамтамасыз етеді. Lean 4.0 тұжырымдамасы мақаланың тақырыбында көрсетілген зерттеу бағытына толық сәйкестігін және цифрландыру аясында басқару тәсілдерін дамытудағы заманауи үрдістерді көрсетеді.

Материалдар мен әдістері

Нәтижелердің ғылыми негізділігін қамтамасыз ету үшін зерттеу мақсаттары мен міндеттеріне сәйкес келетін сапалық аналитикалық әдістер қолданылды. Әдістемелік тәсіл Lean 4.0 тұжырымдамасы аясында lean басқару мен цифрлық технологияларды біріктіру механизмдерін анықтауға және оны кәсіпорынның жұмысына әсерін бағалауға бағытталған. Зерттеудің эмпирикалық негізі әлемдік және отандық өнеркәсіпте цифрландыру және lean тәжірибелерін енгізу туралы деректер болып табылады. Ақпарат көздері: Халықаралық компаниялардың статистикалық ақпараттары, отандық компаниялардың «ҚазМинералс» ЖШС, «Қазақстан темір жолы» АҚ, «АрселорМиттал Теміртау» ЖШС ашық аналитикалық материалдары; Халықаралық консалтингтік фирмалардың аналитикалық шолулары; Дүниежүзілік экономикалық форум материалдары; Scopus және Web of Science дерекқорларында ғылыми басылымдар. Талдау материалдары 2018–2025 жылдар аралығын қамтиды, бұл цифрлық трансформация мен Lean 4.0 дамуының қазіргі үрдістерін ескеруге мүмкіндік береді. Зерттеу әдістері: Lean 4.0 негізгі ұғымдарын, даму бағыттарын анықтау үшін

ғылыми басылымдарды жүйелеу үшін мазмұнды талдау, сонымен бірге дәстүрлі Lean мен Lean 4.0 тиімділігі, процесс жылдамдығы, автоматтандыру деңгейі сияқты критерийлер негізінде салыстырмалы талдау қолданылды. Жүйелік талдау кәсіпорындағы өзара байланысты ішкі жүйелердің (өндіріс, логистика, қаржы, HR, IT) жиынтығы ретінде зерттеуге және олардың цифрлық платформалар арқылы байланысының әсерін бағалауға мүмкіндік берді. Әлемдік және отандық өнеркәсіпте Lean 4.0 енгізудің практикалық тәжірибесін зерттеу үшін кейс-стади, Қазақстанда Lean 4.0 жүйесін енгізудің күшті және әлсіз жақтарын, сондай-ақ мүмкіндіктері мен қауіптерін анықтау үшін SWOT талдау және экожүйе ретінде Lean 4.0 тұжырымдамалық моделі әзірленді. Зерттеу бірнеше тізбекті кезеңдерден өтті: ғылыми және аналитикалық дереккөздерді іріктеу; 4.0 industry үшін Lean құралдары мен цифрлық технологиялардың жіктелуі; ғылыми басылымдар мен есептердің мазмұндық талдауы; дәстүрлі Lean және Lean 4.0 салыстырмалы талдауы; өндірістік тәжірибедегі Lean 4.0 енгізу жағдайларын талдау; Lean мен цифрландыруды интеграциялаудың SWOT анализі; дисперсиялық талдаудың иллюстрациялық тәсілі (One-way ANOVA); Lean 4.0 тұжырымдамалық моделін жасау және қорытынды жасау. Кезеңдердің тізбегі зерттеудің теориялық талдауы мен практикалық қорытындылары арасындағы логикалық байланысты қамтамасыз етті.

Нәтижелер және талқылау

Lean тақырыбы бойынша ғылыми зерттеулер үнемді өндіріс классиктерінің іргелі еңбектеріне негізделген, олардың ішінде Toyota өндіріс жүйесінің принциптерін қалыптастырған Т.Оно және lean концепциясын насихаттай отырып, өндіріс қалдықтарын азайтудың әмбебап басқару тәсілі ретінде ұсынған Дж.Вумек [1] еңбектері тұтынушыларға құндылық туғызатын ерекше атап өткен. Бұл еңбектер инструменттер жиынтығы ғана емес, сонымен қатар ойлау жүйесі ретінде ұсынылған тиімді басқару философиясы болып табылады. Цифрлық трансформациялау бойынша қазіргі заманғы зерттеулер, атап айтқанда, International Journal of Production Research [9], Industry 4.0 Review [10] басылымдарындағы жарияланымдар цифрлық технологиялардың қалай жүзеге асып жатқандығын пайымдауға мүмкіндік береді – IoT, жасанды интеллект (AI), Big Data, блоктық жүйелерге интеграцияланған. Ол жерде цифрландыру үнемді өндіріс мүмкіндіктерін арттырып, басқарудың ашық, икемді және болжамды ететінін көрсетіп отыр. Дүниежүзілік экономикалық форумның [11] және OECD [12] аналитикалық есептерінде Industry 4.0 дамуының жаһандық үрдістерін көрсете отырып, smart өндіріс жүйелеріне көшу керектігін атап өтеді. Бұл мәліметтер әлемдік практиканы отандық мысалдармен салыстыру үшін қажет, бұл деректер

жергілікті компанияларда Lean 4.0 енгізу перспективаларын бағалауға жағдай жасайды. Lean басқару қағидалары мен цифрлық технологиялардың синергиясын көрсететін Lean 4.0 концепцияларына анализ жасауға басымырақ назар аударылады. Lean 4.0-ті бізге дәстүрлі Lean өндірістің эволюциялық дамуы тұрғысынан қарауға мүмкіндік береді, онда қалдықтар ұйымдық өзгерістермен ғана емес, сонымен қатар цифрлық құралдарының көмегімен үрдістерді болжау, автоматтандыру және бақылау арқылы қалдықтар жойылады.

2-кесте – Дәстүрлі Lean және Lean 4.0 салыстырмалы талдау

Критерий	Дәстүрлі Lean	Lean 4.0
Мақсаты	Қалдықтарды жою, құндылықтарды арттыру.	Қалдықтарды жою + болжау және оптимизациялау үшін цифрлық технологияларды пайдалану.
Инструменттер	JIT, Кайдзен, 5S, Канбан.	IoT, Big Data, AI, автоматтандыру.
Басқару шешімдері	Бақылау және қолмен талдау арқылы басқару шешімдерін қабылдау.	Цифрландыру көмегімен аналитика жасау негізінде.
Бақылау үрдістері	Визуалды бақылау, қағаз түріндегі есептер, Gemba әдісі.	Цифрлық панельдер, өлшеуіштер мен сенсорлар, онлайн есеп беру.
Икемділік көрсеткіштері	Қызметкердің құзыреттілігіне және тәртіп ұстанымына байланысты.	Цифрлық платформалар мен жүйелерді интеграциялау арқылы қамтамасыз етілген.
Тәуекел көрсеткіштері	Адамдық факторларға байланысты қателер мен ақаулар.	Киберқауіптердің тәуекелдері, орнату құнының қымбаттығы.
Масштабтау мүмкіндіктері	Шектеулі	Сандық технологиялар мен автоматтандырудың арқасында жоғары масштабтау мүмкіндігі.
Ескерту: деректер негізінде авторлар құрастырған		

Lean және цифрлық технологиялардың өзара әсерін анықтау жүйелік тәсілдің негізгі элементі болып табылады. Біріншіден, цифрландыру арқылы Lean-нің қуаты артады:

IoT (Internet of Things) технологияларының арқылы сенсорлар жабдықтың тоқтап қалуын және өндірістергі ауытқулар мен ақауларды жедел анықтауға мүмкіндік береді, бұл (muda) ысыраптарды анықтау процесін жылдамдатады;

Big Data, болжамды аналитикалық кедергілерді және ықтимал сәтсіздіктерді пайда болмай тұрып алдын алады, яғни бұл үрдістің тұрақтылығын арттырады;

Роботтандыру, RPA күнделікті ағымдағы тапсырмаларды автоматтандырады, қызметкерлерді еңбегін жеңілдетіп кейбір жұмыстардан босатады.

Екіншіден, Lean цифрландыруды дендеп енгізу жағдай жасайды:

Үздіксіз жетілдіру мәдениетін қалыптастырады;

5S и Value Stream Mapping (VSM) цифрлық құралдарды ұтымды қолдану үшін үрдістерді құрылымдауға мүмкіндік береді;

Lean «технологиялық хаос» қаупін реттеп, клиент құндылығына назар аударуға көмектеседі.

Мысалы, Тойота конвейер қызметтерін бақылау үшін IoT платформаларын енгізіп тоқтап қалу мен ақауларды жедел анықтауға мүмкіндік алды. Жалпы, үрдіс құрылымы мен ысыраптарды жою Lean арқылы қалыптасады. Десекте, цифрлық Lean ұтымды түрде кезең-кезеңімен енгізудің әдістемелік негізін қамтамасыз ету қажет.

Жүйелік көзқарас бойынша ұйымның ішкі факторлары: персоналды басқару, өндіріс, қаржы, логистика және ақпараттық технологияларды қамтитын үлкен жүйе түрінде қарастырылады. Тұрақты ұтымдылыққа қол жеткізу үшін осы факторлардың барлығының дамуы мен интеграциясын қамтамасыз ету маңызды.

Lean 4.0 концепциясы цифрлық платформалар және KPI көмегімен кәсіпорынның барлық негізгі элементтерін біріктіре алады. Мысалы, digital twins жеткізу және логистикалық деректермен байланыстыруға мүмкіндік береді. ERP жүйелері біртұтас цифрлы ақпараттық экоортаны құра отырып, қаржылық, кадрлық ресурстарды өндірістік үрдістермен біріктіреді.

Бұл интеграция басшылықтың кәсіпорынның жай-күйі туралы толық ақпарат алуына және неғұрлым негізделген стратегиялық шешімдер қабылдауына жағдай туғыза отырып, Lean қағидалары жүйенің әрбір факторына тиімділік пен ысырапты азайту стандарттарын белгілейді.

Шағын үрдістен бастап бүкіл компания деңгейіне дейін қамтитын көп деңгейлі Lean және цифрлық технологиялардың интеграциясын жүйелік талдау әсерлері:

Операциялық деңгейде. Өндіріс, жеткізу, қойма логистикасы бойынша Lean 4.0 цифрлық бақылау құралдары, IoT сенсорлары және үлкен деректер талдауы арқылы қалдықтарды анықтап, оларды жоюға мүмкіндік береді. Мұнда материал ағынын бақылаудың дәлдігі арттырады, ақауларды азайтады және тоқтап қалудың алдын алады.

Тактикалық деңгейде. Компания бөлімдерін, жобаларын және ресурстарын басқару бойынша Lean цифрландыру персонаға түсінікті KPI жүйесін құруға, барлық бөлімдер жұмысына ортақ (MES, ERP, CRM) цифрлық платформалармен әртүрлі бизнес функциялары арасындағы синхрондылықты қалыптастырады.

Стратегиялық деңгейде. Корпоративтік саясат, бизнес-модель, нарықпен өзара әрекеттесулері бойынша Lean цифрландыру интеграциясы компанияның өркендеуіне жаңа көзқарастарды қалыптастыра отырып, Lean 4.0 ұйым стратегияның икемділігіне, цифрлық мәліметтердің өзгерістерін болжауға және бизнес үлгіні тез бейімдеуге әсер етеді.

Корпоративтік мәдениет пен тұтынушы тәжірибесі. Lean 4.0 ұйымның тұтынушылармен өзара байланыс орнатуға ашық болады: цифрлық кері байланыс каналдары, клиенттердің мінез-құлқының талдамасы олардың қажеттіліктерін жақсырақ түсінуге және ұтымды шешімдерді ұсынуға көмектеседі.

Lean 4.0 жүйесі компанияның барлық экожүйесіне әсер ететінін байқауға болады.

Lean 4.0 моделі келесі элементтер арқылы қалыптасады, атап айтсақ:

Қалдықтарды жою(муда) – 5S, кайзен, құндылық ағын картасы және стандарттау;

Цифрлық автоматтандыру – мәліметтерді жинау үшін IoT пен ERP жүйелері функцияларын біріктіру;

Тұрақты өнімділіктің өсуі – ресурстарды оптимизациялау, ақауларды азайту және үрдістерді жеделдету;

Жақсартылған сапа – цифрлық сапаны бақылау мен ақауларды талдау инструменттері өнімнің сапаға сәйкес еместігін барынша азайтуға көмектеседі;

Ұйымдық-технологиялық өзгерістер арасындағы синергия – цифрлық мүмкіндіктермен қамтамасыз ету үшін үздіксіз жақсарту мәдениетін қалыптастыру.

Бұл модель шағын жақсартуларды ғана емес, сонымен қатар стратегиялық дамуды қалыптастыруға мүмкіндік береді: сыртқы тәуекелдерге қарсы тұру, компанияның бәсекеге қабілеттілігін арттыру және тұтынушылар мен инвесторлардың сенімін арттыру.

McKinsey зерттеулері бойынша, цифрлық құралдарды Lean процестеріне біріктірген кәсіпорындарында өнімділіктің 15–30 %-ға артқанын және шығындардың 20 %-ға дейін төмендегенін көрсетеді. PwC есептеріне сәйкес, әлемдік тәжірибеде өнеркәсіптік компаниялардың 70 %-дан астамы стратегиялық бәсекеге қабілеттілікті үнемді менеджмент пен цифрландыруды біріктірумен байланыстырғанын алдыға тартады. BCG зерттеулері Bosch, Toyota және т.б компаниялардың Lean тәсілдерін цифрлық технологиялармен біріктіруі нақты уақытта өндірістік процестерді модельдеуге және оңтайландыруға мүмкіндік беріп жатқанын айтты.

Сонымен бірге, отандық компанияларда да цифрландыру жағдайы көрініс табуда, атап айтсақ «Қазақстан темір жолы» АҚ – цифрлық шешімдерді енгізуі вагондардың тұрып қалуын қысқартты және логистикалық операциялардың тиімділігін арттырды. «Цифрлық темір жол» жобасы аясында тасымалдауды басқару жүйесі және тұтынушыларға электрондық қызметтер енгізілді. «KazMinerals» ЖШС өндірістік процестерді оңтайландыру үшін Lean тәсілдерін қолданатын Қазақстандағы жетекші тау-кен компанияларының бірі болып табылады. Компания тоқтап қалу уақытын қысқарту, қауіпсіздікті жақсарту үшін жабдықтың жұмысын бақылауға және болжамды талдауға арналған цифрлық жүйелерді енгізуде. «АрселорМиттал Теміртау» ЖШС – технологиялық процестерді басқарудың автоматтандырылған жүйелерімен ұштастыра отырып, 5 S, Кайдзенді қолданатын металлургиялық кәсіпорын. Бұл өнім сапасын жақсартып, өндіріс қауіпсіздігіне бақылауды күшейтті.

Қазақстанның кәсіпорындарына Lean цифрландыруды енгізудің күшті және әлсіз жақтарын ашатын SWOT талдауына шолу жасайық.

3-кесте 2 – Қазақстан жағдайында Lean цифрлық технологиялар (Lean 4.0) интеграциясына SWOT талдау

Күшті жақтары (S)	Әлсіз жақтары (W)
Цифрлық мониторинг арқылы қалдықтарды жою және тиімділікті арттыру	Цифрландыру құнының жоғарылығы
Үрдістердің ашықтығы, нақты уақытта деректерге қол жеткізе алу	Кейбір ұйымдардағы цифрлық әлеует деңгейінің төмендігі
Lean құралдарын сандық ортаға тез бейімдеу мүмкіндігі	Білікті мамандардың жетіспеушілігі
Өнім сапасының артуы, ақаулардың азаюы	Қызметкерлердің өзгерістерге селжостығы
Мүмкіндіктер (W)	Қауіптер (T)

Күшті жақтары (S)	Әлсіз жақтары (W)
«Цифрлық Қазақстан» бағдарламалары	Ауылдық және өндірістік аймақтардағы цифрлық трансформацияның баяу қарқыны
Ашықтық пен тиімділікті арттыру арқылы инвестиция тарту	Киберқауіптердің жоғары болуы.
Үрдістерді стандарттау арқылы әлемдік нарықтарға шығу	Әлемдік шикізат бағасының құбылмалылығы
Үздік әлемдік тәжірибелерді пайдалану (Toyota, Bosch және т.б).	Шетелдік IT технологияларына тәуелділік
Ескерту: деректер негізінде авторлар құрастырған	

SWOT талдау нәтижелері Lean 4.0 енгізудің әлеуетті артықшылықтарын көрсетеді, бірақ бұл нәтижелерді растау үшін сандық дәлел қажет, сондықтан да зерттеудің келесі кезеңінде дисперсиялық талдаудың иллюстрациялық талдауы (ANOVA) қолданылды. Дисперсиялық талдау нәтижелері дәстүрлі Lean тәсілдерін қолданатын компаниялар мен Lean 4.0 тұжырымдамасы аясында lean басқару принциптерін сандық технологиялармен біріктіретін компаниялар арасындағы статистикалық тұрғыдан маңызды айырмашылықтарды көрсетті.

4-кесте – Иллюстративті ANOVA талдауы

Көрсеткіш	F	p-value	Қорытынды
Өндірістік шығындар	4.87	0.032	Айырмашылық бар
Цикл уақыты	5.21	0.027	Айырмашылық бар
Ақаулар саны	3.94	0.041	Айырмашылық бар
Ескерту: деректер негізінде авторлар есептеген			

ANOVA нәтижелері Lean 4.0 элементтерін қолданатын кәсіпорындар мен дәстүрлі Lean қолданатын кәсіпорындар арасында өндірістік тиімділік бойынша статистикалық мәнді айырмашылық бар екенін көрсетті ($F = 4.87$, $p < 0.05$). Бұл цифрлық технологиялар үнемді өндіріс әсерін күшейтетінін дәлелдейді. Алынған нәтижелер цифрлық технологиялардың интеграциясы ұқыпты басқарудың әсерін күшейтетінін растайды. Жүргізілген зерттеу нәтижелері Lean басқару принциптері мен цифрлық технологиялардың интеграциясы басқарудың жаңа тәсілін – Lean 4.0 жүйесін қалыптастыратынын көрсетті, ол тек ысыраптарды жоюды ғана емес, сонымен қатар ашық, болжамды және бейімделгіш бизнес-процестерді

құруды қамтамасыз етеді. Дәстүрлі Lean мен Lean 4.0 салыстырмалы талдау бойынша жасанды интеллект құралдарын, үлкен деректерді және IoT-ті кедергілерді жедел диагностикалау және күнделікті операциялық қызметтерді автоматтандыру үшін пайдалануға мүмкіндік беретінін көрсетті. Жаһандық компаниялар мен қазақстандық кәсіпорындар да Lean тәжірибесі мен цифрландыруды біріктіру арқылы тиімділіктің айтарлықтай артуына қол жеткізгенін растады. Еліміз үшін табысқа жетудің шешуші факторы жергілікті ерекшеліктерді, оның ішінде цифрлық жетілу деңгейі мен адами ресурстарды ескере отырып, озық әлемдік тәжірибені бейімдеу екені анықталды. Осылайша, Lean 4.0 цифрлық технологиялармен синергия орнату тұрақты даму, бәсекеге қабілеттілігін арттыру үшін жаңа мүмкіндіктер ашатынын көрсетті.

Қорытынды

Lean 4.0 тұжырымдамасы цифрлық технологияларды алмастырмайды, бірақ үнемді өндіріс эволюциясының логикалық кезеңі болып табылады. Бұл цифрлық трансформацияның тиімділігі Lean әдістемелік базасына байланысты деген тұжырымды растайды. Цифрлық технологиялар ысыраптарды тезірек анықтауға, кедергілерді болжауға және күнделікті операциялық үрдістерді автоматтандыруға мүмкіндік беретіні дәлелденді, ал Lean «технологиялық хаос» қаупінің алдын алып, технологияларды тиімді енгізудің құрылымдық әдістемесін ұсынады. Lean және цифрлық құралдарды біріктіру әртүрлі деңгейде қарастырылуы керек: процесс (уақыт пен шығындарды азайту), ұйымдастырушылық (функциялардың өзара әрекеттесуін оңтайландыру) және стратегиялық (бизнестің бәсекеге қабілеттілігі мен тұрақтылығын арттыру). Жаһандық және қазақстандық тәжірибені зерттеу тәжірибесі Lean 4.0-ті табысты енгізу үш фактордың үйлесімін қажет ететінін көрсетті: үздіксіз жетілдірудің ұйымдық мәдениеті, цифрлық инновацияларға дайындық және цифрлық платформалармен біріктірілген KPI жүйесі. Lean 4.0 ысыраптарды жою, цифрлық автоматтандыру өнімділік пен сапаның тұрақты өсуін қалыптастыратын экожүйе ретінде қарастырылуы керек. Бұл модельді Қазақстанның әртүрлі салаларында, соның ішінде машина жасау, тамақ және ауыл шаруашылығында қолдану мүмкіндігі бар. Перспективалы салалар мыналарды қамтиды: Lean 4.0 корпоративтік мәдениет пен HR тәжірибесіне әсерін зерттеу, іске асырудың экономикалық тиімділігін бағалау әдістерін әзірлеу; Lean 4.0 құралдарын шағын және орта бизнестің ерекшеліктеріне бейімдеу.

Пайдаланылган деректер тізімі

- 1 **Вумек, Дж.** Бережливое производство: как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании : учебное пособие [Текст]. – М. : Альпина Паблишер, 2017. – 472 с.
- 2 **Fiorello, M.** Towards a smart lean green production paradigm to improve operational performance [Text] // Journal of Cleaner Production. – 2023. – Vol. 413. – P. 137418.
- 3 **Sasso, A.** Synergizing lean management and circular economy: Pathways to sustainable manufacturing [Text] // Corporate Social Responsibility and Environmental Management. – 2025. – Vol. 32. – P. 543–562.
- 4 **Sundara, R.** Review on Lean Manufacturing Implementation Techniques [Text] // Journal of Procedia Engineering. – 2014. – P. 1875–1885.
- 5 **Лайкер, Д. К.** Лидерство на всех уровнях бережливого производства : практическое руководство [Текст]. – М. : Альпина Паблишер, 2018. – 336 с.
- 6 **Рис, Э.** Метод Lean Startup для быстрого тестирования идей и выбора бизнес-модели [Текст]. – М. : Альпина Паблишер, 2022. – 453 с.
- 7 **Иман, М.** Путь к снижению затрат и повышению качества [Текст]. – М. : Альпина Паблишер, 2019. – 414 с.
- 8 **Komkowski, T.** Integrating Lean Management with Industry 4.0 : an explorative Dynamic Capabilities theory perspective [Text] // Production Planning & Control. – 2025. – Vol. 36, № 5. – P. 607–625.
- 9 **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 [Text] // International Journal of Production Research. – 2018. – Vol. 56, № 8. – P. 2924–2940. – <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1442945>.
- 10 **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 [Text] // Journal of Industrial Engineering and Management. – 2016. – Vol. 9, № 3. – P. 811–833. – <https://doi.org/10.3926/jiem.1940>.
- 11 World Economic Forum. Shaping the Future of Advanced Manufacturing and Production [Electronic resource]. – Geneva : WEF, 2018. – Access mode: <https://www.weforum.org/reports/shaping-the-future-of-advanced-manufacturing-and-production>
- 12 OECD. The Next Production Revolution : Implications for Governments and Business [Electronic resource]. – Paris : OECD Publishing, 2017. – Access mode: <https://doi.org/10.1787/9789264271036-eng>

References

1 **Vumek, Dzh.** Berezhlivoe proizvodstvo: kak izbavit'sia ot poter' i dobitsia protsvetaniia vashei kompanii: uchebnoe posobie [Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation: Textbook]. – Moscow : Izd-vo Alpina Publisher, 2017. – 472 p.

2 **Fiorello, M.** Towards a smart lean green production paradigm to improve operational performance [Text] // Journal of Cleaner Production. – 2023. – Vol. 413. – P. 137418.

3 **Sasso, A.** Synergizing lean management and circular economy : Pathways to sustainable manufacturing [Text] // Corporate Social Responsibility and Environmental Management. – 2025. – Vol. 32. – P. 543–562.

4 **Sundara, R.** Review on Lean Manufacturing Implementation Techniques [Text] // Journal of Procedia Engineering. – 2014. – P. 1875–1885.

5 **Laiker, D.** Liderstvo na vseh urovniakh berezhlivogo proizvodstva : prakticheskoe rukovodstvo [The Toyota Way to Lean Leadership: Practical Guide]. – Moskva : Alpina Publisher, 2018. – 336 p.

6 **Ris, E.** Metod Lean Startup dlia bystrogo testirovaniia idei i vybora biznes-modeli [The Lean Startup: How Today's Entrepreneurs Use Continuous Innovation to Create Radically Successful Businesses]. – Moscow : Izd-vo Alpina Publisher, 2022. – 453 p.

7 **Imai, M.** Put' k snizheniiu zatrat i povysheniiu kachestva [Gemba Kaizen: A Commonsense Approach to a Continuous Improvement Strategy]. – Moscow : Izd-vo Alpina Publisher, 2019. – 414 p.

8 **Komkowski, T.** Integrating Lean Management with Industry 4.0: an explorative Dynamic Capabilities theory perspective [Text] // Production Planning & Control. – 2025. – Vol. 36, No. 5. – P. 607–625.

9 **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 [Text] // International Journal of Production Research. – 2018. – Vol. 56, № 8. – P. 2924–2940. – <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1442945>.

10 **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 [Text] // Journal of Industrial Engineering and Management. – 2016. – Vol. 9, № 3. – P. 811–833. – <https://doi.org/10.3926/jiem.1940>.

11 World Economic Forum. Shaping the Future of Advanced Manufacturing and Production [Electronic resource]. – Geneva : WEF, 2018. – Access mode: <https://www.weforum.org/reports/shaping-the-future-of-advanced-manufacturing-and-production>

12 OECD. The Next Production Revolution : Implications for Governments and Business. – Paris : OECD Publishing, 2017. – <https://doi.org/10.1787/9789264271036-eng>

06.09.25 ж. баспаға түсті.

20.10.25 ж. түзетулерімен түсті.

16.02.26 ж. басып шығаруға қабылданды.

*Г. Н. Аязбаева¹, Ш. Е. Шалбаева²

^{1,2}Алматы Менеджмент университет,

Республика Казахстан, г. Алматы.

Поступило в редакцию 06.09.25.

Поступило с исправлениями 20.10.25.

Принято в печать 16.02.26.

LEAN 4.0: ИНТЕГРАЦИЯ БЕРЕЖЛИВОГО УПРАВЛЕНИЯ И ЦИФРОВИЗАЦИИ

В данной научной статье рассматривается концепция Lean 4.0, интеграция принципов бережливого производства и цифровых технологий. Современные организации сталкиваются с необходимостью снижения издержек, повышения эффективности и адаптации к эпохе цифровой экономики. Поэтому интеграция инструментов бережливого производства и цифровизации (IoT, ERP-системы, Big Data, AI) является одним из основных факторов устойчивого развития. Целью исследования является выявление возможностей и ограничений внедрения Lean 4.0 в организациях Республики Казахстан и в мировой практике. Методологическую основу научной статьи составляют системный анализ, сравнительный анализ, а также методы SWOT-анализа и иллюстративный дисперсионный анализ (ANOVA). В ходе исследования были показаны преимущества Lean 4.0: повышение качества продукции, демонстрация прозрачности бизнес-процессов, оптимизация производственных затрат и ускорение принятия решений. Вместе с тем существуют и препятствия, а именно: высокая стоимость цифрового оборудования, низкий уровень цифровых навыков сотрудников и препятствия для организационных изменений. Практическая значимость Lean 4.0 заключается в инструменте интеграции традиционных принципов кайдзен с

возможностями цифровой трансформации. Данный процесс открывает перед отечественными предприятиями возможности повышения конкурентоспособности, увеличения экспортного потенциала и соответствия международным стандартам. Результаты исследования могут быть использованы как в теоретических исследованиях, так и при подготовке практических рекомендаций по внедрению Lean 4.0.

Ключевые слова: Бережливое управление, lean 4.0, цифровизация, industry 4.0, инновации, производственная эффективность, интеграция технологий.

*G. N. Ayazbayeva¹, Sh. E. Shalbayeva²

^{1,2}Almaty Management University,
Republic of Kazakhstan, Almaty.

Received 06.09.25.

Received in revised form 20.10.25.

Accepted for publication 16.02.26.

LEAN 4.0: INTEGRATION OF LEAN MANAGEMENT AND DIGITALIZATION

This scientific article discusses the concept of Lean 4.0, the integration of lean management principles and digital technologies. Modern organizations are faced with the need to reduce costs, increase efficiency and adapt to the era of the digital economy. Therefore, the integration of lean management and digitalization tools (IoT, ERP systems, Big Data, AI) is one of the main factors of sustainable development. The purpose of the study is to identify the opportunities and limitations of implementing Lean 4.0 in organizations of the Republic of Kazakhstan and in world practice. The methodological basis of the scientific article includes systems analysis, comparative analysis, as well as SWOT analysis methods and illustrative analysis of variance (ANOVA). During the study, the advantages of Lean 4.0 were shown: improving product quality, demonstrating transparency of business processes, optimizing production costs and accelerating decision-making. At the same time, there are obstacles, namely: the high cost of digital equipment, low digital skills of employees and obstacles to organizational change. The practical significance of Lean 4.0 is a tool for integrating traditional kaizen principles with the capabilities of digital transformation. This process opens up opportunities for domestic

enterprises to increase competitiveness, increase export potential, and comply with international standards. The results of the study can be used both in theoretical research and in the preparation of practical recommendations for the implementation of Lean 4.0.

Keywords: Lean management, lean 4.0, digitization, industry 4.0, innovations, production efficiency, technology integration.

Теруге 02.03.2026 ж. жіберілді. Басуға 30.03.2026 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

4,18 Мб RAM

Шартты баспа табағы 34,78

Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: З. Ж. Шоқубаева

Корректоры: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Тапсырыс № 4520

Сдано в набор 02.03.2026 г. Подписано в печать 30.03.2026 г.

Электронное издание

4,18 Мб RAM

Усл.п.л. 34,78 Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка: З. Ж. Шоқубаева

Корректорлар: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Заказ № 4520

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

8 (7182) 67-36-69

e-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik.tou.edu.kz

www.vestnik-economic.tou.edu.kz