



СУНЪИЙ ИНТЕЛЛЕКТ ЛОЙИХАЛАРИНИНГ ИҚТИСОДИЙ
САМАРАДОРЛИГИНИ БАҲОЛАШ

Шакирова Фароғат Болтаевна

Тошкент давлат транспорт университети

“Транспорт иқтисодиёти” кафедраси профессори

Email: farogatshakirova@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5661-308X>

Аннотация. Мақолада анъанавий соф жорий қиймат (NPV) усули сунъий интеллект (СИ) лойиҳаси қийматини тахминан уч баробар ошириб кўрсатиши асосланган. Муаллиф томонидан маълумотлар сифати коэффициенти, логистик ўзлаштириш функцияси, Монте-Карло усулидаги таваккалчилик таҳлили ва босқичма-босқич амалга ошириш опционни билан кенгайтирилган NPV методикаси таклиф этилган. Методика «Ўзбекистон темир йўллари» АЖда ҳаракат таркибига предиктив техник хизмат кўрсатиш лойиҳаси мисолида апробация қилинди. Анъанавий ҳисобда NPV 529,1 млрд сўм ва қопланиш муддати 1,0 йил бўлса, кенгайтирилган ҳисобда мос равишда 175,7 млрд сўм ва 3,1 йил чиқди. 20 000 сценарийли симуляцияда ижобий NPV эҳтимоли 77 фоизни ташкил этди, босқичма-босқич амалга ошириш опционни кутилган қийматни 30,5 млрд сўмга оширади.

Калит сўзлар: сунъий интеллект, инвестиция лойиҳаси, соф жорий қиймат, маълумотлар сифати, J-эгри чизик, Монте-Карло усули, реал опцион, предиктив техник хизмат.



Аннотация. В статье обосновано, что традиционный метод чистой приведённой стоимости (NPV) завышает стоимость проекта искусственного интеллекта (ИИ) примерно втрое. Автором предложена методика расширенного NPV, учитывающая коэффициент качества данных, логистическую функцию освоения, анализ рисков методом Монте-Карло и опцион поэтапной реализации. Методика апробирована на проекте предиктивного технического обслуживания подвижного состава АО «Узбекистон темир йуллари». При традиционном расчёте NPV составляет 529,1 млрд сумов при сроке окупаемости 1,0 год, при расширенном – 175,7 млрд сумов и 3,1 года. В симуляции из 20 000 сценариев вероятность положительного NPV составила 77%, а опцион поэтапной реализации увеличивает ожидаемую стоимость на 30,5 млрд сумов.

Ключевые слова: искусственный интеллект, инвестиционный проект, чистая приведённая стоимость, качество данных, J-кривая, метод Монте-Карло, реальный опцион, предиктивное техническое обслуживание.

Abstract. The article shows that the conventional net present value (NPV) method overstates the value of an artificial intelligence (AI) project roughly threefold. The author proposes an extended NPV method that incorporates a data quality coefficient, a logistic adoption function, Monte Carlo risk analysis and a staged-implementation option. The method is tested on a predictive maintenance project for the rolling stock of JSC “O‘zbekiston temir yo‘llari”. The conventional calculation yields an NPV of UZS 529.1 billion and a payback period of 1.0 year; the extended calculation yields UZS 175.7 billion and 3.1 years. In a 20,000-scenario simulation the probability of a positive NPV is 77%, and the staged-implementation option raises expected value by UZS 30.5 billion.

Keywords: artificial intelligence, investment project, net present value, data quality, J-curve, Monte Carlo method, real option, predictive maintenance.

КИРИШ

Корхона раҳбари аниқ бир лойиҳага, масалан, ҳаракат таркибига предиктив техник хизмат кўрсатиш тизимига 180 млрд сўм ажратиши керакми ёки йўқми? Бу саволга жавоб берадиган рақам қанчалик ишончли? Инвестиция лойиҳаларини баҳолашнинг классик аппарати, яъни соф жорий қиймат (NPV), ички даромадлилик меъёри (IRR) ва қопланиш муддати ускуна, бино ёки ишлаб чиқариш линиясига қилинадиган капитал қўйилмалар учун яратилган. Бундай активларда самара ишга туширишдан кейин деярли дарҳол пайдо бўлади.

Сунъий интеллект тизими бошқача хулқ кўрсатади. У ишга туширилган куни ҳеч қандай қиймат яратмайди, чунки моделни корхонанинг ўз маълумотларида ўқитиш, жараёнларни қайта қуриш ва ходимларни янги қарорлар қабул қилишга ўргатиш талаб этилади. Бу масала Ўзбекистон учун долзарб, чунки темир йўл соҳасида СИга асосланган бошқарувни жорий этиш орқали харажатларни 20 фоизга камайтириш вазифаси қўйилган [3], СИни ривожлантириш стратегияси ва темир йўл соҳасини ислоҳ қилиш тўғрисидаги қарорлар эса бу йўналишнинг ҳуқуқий асосини яратган [1; 2] ва келгуси йилларда кўплаб СИ лойиҳаларини асослашга тўғри келади.

Тадқиқотнинг мақсади – СИ лойиҳаларининг иқтисодий самарадорлигини баҳолаш методикасини такомиллаштириш ва уни «Ўзбекистон темир йўллари» АЖ (кейинги ўринларда – АЖ) мисолида апробация қилишдан иборат.

АДАБИЁТЛАР ШАРҲИ

Иқтисодий адабиётда СИ лойиҳаларини баҳолаш бўйича тўртта асосий қараш шаклланган. Биринчиси – анъанавий дисконтлаш ёндашуви бўлиб, унинг тарафдорлари СИ лойиҳасини ҳам бошқа инвестициялар каби тегишли дисконт ставкаси ва пул оқимлари билан баҳолаш етарли деб ҳисоблайди. Унинг кучли томони – шаффофлик ва қиёсланувчанлик, заиф томони эса пул оқимларининг шаклига оид яширин фаразлар.

Иккинчи қараш – Э. Бринйолфссон, Д. Рок ва Ч. Сайверсон томонидан ишлаб чиқилган унумдорликнинг J-эгри чизиги концепцияси. Муаллифлар умумий мақсадли технологиялар ўз самарасини фақат уларни тўлдирувчи номоддий активлар – янги бизнес жараёнлари, кадрлар малакаси ва маълумотлар базалари яратилгандан кейин беришини кўрсатади [7]. Д. Чарницки, Г. Фернандес ва К. Раммер Германиянинг 5 851 та корхонаси маълумотларида СИдан фойдаланиш билан унумдорлик ўртасида ижобий боғлиқлик аниқлаб, унумдорлик самараси маълум кечикиш билан кузатилиши мумкинлигини қайд этган [9]. С. Мишра, М. Юинг ва Х. Купер 19 000 корхона-йил кузатувида СИга эътиборнинг ялпи самарадорлик билан салбий, соф самарадорлик билан ижобий боғлиқлигини топган [16].

Учинчи қараш – А. Агравал, Ж. Ганс ва А. Голдфарбнинг «башорат иқтисодиёти» ёндашуви. Уларнинг талқинида СИ башорат қилиш таннархини кескин пасайтиради, башоратни тўлдирувчи омиллар – маълумотлар, қарор қоидалари ва ҳаракатни бажариш имконияти эса қимматлашади [6]. Бироқ бу модел маълумотлар сифатини параметр сифатида ошкора киритмайди. Генератив СИ бўйича тажрибалар ходимлар унумдорлиги сезиларли ошишини кўрсатса-да [11; 17], Д. Аджемоглу макродаражадаги самарани анча кичик баҳолайди [4; 5]. П. Микалеф ва М. Гупта ҳамда У. Лихтенталер СИ қиймати тўлдирувчи

ресурслар – маълумотлар ва инсон экспертизаси билан бирикмада яратилишини таъкидлаган [12; 13].

Тўртинчи қараш реал опционлар ва босқичма-босқич тажриба мантиқига асосланади. Халқаро темир йўллар иттифоқи (UIC) ва McKinsey ҳисоботида темир йўл компанияларига СИ ташаббусларини катта ягона лойиҳа сифатида эмас, балки 12–18 ойда қиймат кўрсатиши лозим бўлган қисқа цикллар орқали бошлаш тавсия этилади [20]. McKinsey компаниясининг 2025 йилги сўровига кўра, ташкилотларнинг кўпчилиги ҳали тажриба ва пилот босқичида қолмоқда [15].

Предиктив техник хизмат бўйича Т. Карвалью ва ҳаммуаллифларнинг тизимли шарҳи бу соҳада машинали ўқитиш усуллари кенг қўлланилаётганини, бироқ тадқиқотларнинг асосий қисми алгоритм аниқлигини қиёслашга қаратилиб, иқтисодий баҳолаш кам учрашини кўрсатади [8]. Предиктив хизмат С. Накадзиманинг умумий унумли техник хизмат (TRM) концепциясининг [14] мантиқий давоми бўлиб, Россия темир йўлларида ҳам предиктив аналитика масалаларини ҳал этиш тажрибаси тўпланган [19]. Т. Зонта ва ҳаммуаллифлар ҳам Индустрия 4.0 шароитида предиктив хизматнинг иқтисодий жиҳатлари етарли ўрганилмаганини таъкидлаган [21].

Қарашларни қиёслаш шуни кўрсатадики, уларнинг ҳеч бири ёлғиз ўзи тўлиқ жавоб бермайди. Муаллиф фикрича, анъанавий методикани рад этиш эмас, балки уни бошқа уч қарашдан келиб чиқадиган тўртта тузатиш билан бойитиш керак: самаранинг кечикиши, маълумотлар сифати, ноаниқлик ва босқичма-босқич қарор қабул қилиш имконияти.

ТАДҚИҚОТ МЕТОДОЛОГИЯСИ

Муаллиф томонидан СИ лойиҳасининг кенгайтирилган соф жорий қиймати (NPVСИ) тўртта тузатишни битта ифодага бирлаштиради:

$$NPV_{СИ} = -I_0 + \sum [qD \cdot \rho(t) \cdot \sum \Delta Bc - OPEX_t] / (1 + r)^t + V_{opt} \quad (1)$$

бу ерда I_0 – бошланғич инвестициялар; ΔBc – с-таъсир канали (капитал, меҳнат, моддий ресурслар, сифат, бошқарув қарорлари) бўйича тўлиқ жорий этилгандаги йиллик самара; $qD \in [0; 1]$ – маълумотлар сифати коэффиценти; $\rho(t)$ – ўзлаштириш функцияси; $OPEX_t$ – тизимни юритиш харажатлари; r – дисконт ставкаси; V_{opt} – босқичма-босқич амалга ошириш опционининг қиймати. $qD = 1$, $\rho(t) = 1$ ва $V_{opt} = 0$ бўлганда (1) ифода одатий NPV формуласига айланади, бу эса молия хизматига методикани мавжуд регламентдан воз кечмасдан қўллаш имконини беради.

Ўзлаштириш функцияси J-эгри чизигининг кўтарилиувчи қисмини акс эттирувчи логистик кўринишда берилади:

$$\rho(t) = 1 / (1 + e^{(-k(t - t_0))}) \quad (2)$$

бу ерда t_0 – самаранинг ярмига эришиш муддати; k – ўзлаштириш тезлиги. Базавий қийматлар $t_0 = 2$ йил ва $k = 1,5$ деб қабул қилинди. Бунда $\rho(1) \approx 0,18$, $\rho(4) \approx 0,95$, яъни модель биринчи йилда режалаштирилган самаранинг бешдан бир қисмидан камроғини кутади. Маълумотлар сифати коэффиценти тўрт мезоннинг геометрик ўртачаси сифатида баҳоланади:

$$qD = (q_{\text{тўлиқ}} \cdot q_{\text{аниқ}} \cdot q_{\text{вақт}} \cdot q_{\text{мос}})^{(1/4)} \quad (3)$$

бу ерда мезонлар маълумотларнинг тўлиқлиги, аниқлиги, ўз вақтидалиги ва турли ахборот тизимлари ўртасидаги мослигини ифодалайди. Геометрик ўртача танлангани сабаби шуки, битта мезон нолга яқинлашганда бутун коэффициент ҳам нолга тортилади: тўлдирувчи омиллар бир-бирининг ўрнини боса олмайди [6].

Ноаниқлик Монте-Карло усули орқали баҳоланади: ҳар бир ноаниқ параметр учун учбурчакли тақсимот (минимум, энг эҳтимолли ва

максимал қиймат) берилади ва 20 000 тасодифий сценарий бўйича NPVСИ тақсимои ҳисобланади. Босқичма-босқич амалга ошириш опционининг қиймати икки вариант кутилган NPVлари фарқи сифатида аниқланади: $V_{opt} = E[NPV_{\text{босқичма-босқич}}] - E[NPV_{\text{бир йўла}}]$. Бирждаги савдо қилинмайдиган актив учун волатилликни аниқлаб бўлмагани сабабли Блэк–Шоулз формуласи ўрнига қарор дарахтига асосланган соддароқ шакл танланди.

Тадқиқотни тайёрлаш жараёнида сунъий интеллект воситаларидан ёрдамчи восита сифатида фойдаланилди.

ТАҲЛИЛ ВА НАТИЖАЛАР

Методика АЖ тизимида локомотив ва вагонлар учун предиктив техник хизмат кўрсатиш тизимини жорий этиш лойиҳаси доирасида апробация қилинди. Лойиҳа йўл бўйидаги диагностика ва камера постлари, ягона маълумотлар платформаси ва узеллар носозлигини башорат қилувчи машинали ўқитиш моделларини ўз ичига олади. Ҳисоб-китоб параметрлари 1-жадвалда келтирилган.

1-жадвал.

Предиктив техник хизмат кўрсатиш лойиҳасини баҳолаш параметрлари¹

Параметр	Минимум	Базавий	Максимум	Асос
АЖ хизматларининг йиллик	—	11 867	—	2025 й. 9 ойидаги 8,9 трлн сўм йиллик ҳисобда

¹Манба: муаллиф ишланмаси; АЖ таннархи бўйича очиқ молиявий ҳисобот маълумотлари [18] асосида. Минимум ва максимум қийматлар Монте-Карло таҳлили учун кириш маълумоти ҳисобланади.

Параметр	Минимум	Базавий	Максимум	Асос
таннархи, млрд сўм				
Таъмирлаш ва техник хизмат харажатларининг таннархдаги улуши, %	10	15	20	Муаллиф баҳоси
Мониторинг қилинадиган узеллар улуши, %	20	30	40	Ғилдирак жуфтликлари, буксалар, тормоз, двигателлар
Узел даражасидаги тежам, %	23	37	39	Вейбулл симуляцияси
Маълумотлар сифати коэффициенти qD	0,60	0,80	0,95	(3) формула
Самаранинг ярмига эришиш муддати t_0 , йил	1,5	2,0	3,0	UIC: 12–18 ой



Параметр	Минимум	Базавий	Максимум	Асос
Бошланғич инвестициялар, млрд сўм	150	180	250	20 та диагностика пости, платформа
Йиллик операцион харажатлар, млрд сўм	15	22	35	Инвестицияларнинг ~12%
Дисконт ставкаси, %	14	16	20	Асосий ставка ва хатар мукофоти

Узел даражасидаги тежам Вейбулл тақсимоти ва тикланиш-мукофот назариясига асосланган симуляциядан олинди. Унга кўра, предиктив хизмат узел даражасидаги харажатларни оптимал режали-огоҳлантирувчи стратегияга нисбатан 37,9 фоизга, бузилишларни эса 52,4 фоизга камайтиради. Корректив стратегия билан солиштирилганда тежам 57,0 фоизни ташкил этади, бироқ лойиҳани асослаш учун тўғри база оптимал режали стратегия ҳисобланади. Предиктив модель носозликларнинг камида 60 фоизини олдиндан аниқлагандагина ўзини оқлайди.

Тўлиқ жорий этилгандаги йиллик самара базавий параметрларда $11\,867 \times 0,15 \times 0,30 \times 0,37 = 197,6$ млрд сўмни ташкил этади. Бу АЖ таннархининг 1,7 фоизи ва ҳаракат таркибини таъмирлаш харажатларининг 11,1 фоизи. Олинган натижа Deloitte таҳлил институти баҳоларининг эҳтиёткор қисмига яқин туради [10]. Анъанавий ва



такомиллаштирилган методика бўйича ҳисоб-китоб натижалари 2-жадвалда таққосланган.

2-жадвал.

Лойиҳанинг анъанавий ва такомиллаштирилган методика бўйича самарадорлик кўрсаткичлари (базавий сценарий)²

Кўрсаткич	Анъанавий методика	Такомиллаштирилган методика (Vopt сиз)	Фарқ
NPV, млрд сўм	529,1	175,7	–66,8%
IRR, %	96,7	36,4	–60,3 ф.п.
Оддий қопланиш муддати, йил	1,0	3,1	+2,1 йил
1-йил соф пул оқими, млрд сўм	175,6	6,8	—
4-йил соф пул оқими, млрд сўм	175,6	128,6	—

2-жадвалга кўра, анъанавий методика бўйича NPV 529,1 млрд сўм, кенгайтирилган методика бўйича эса 175,7 млрд сўм. Нисбат 3,01 га тенг, яъни анъанавий ҳисоб лойиҳа қийматини тахминан уч баробар ошириб кўрсатади. Бу фарқнинг икки манбаси бор. Биринчиси – вақт омили: кенгайтирилган моделда пул оқимлари 6,8; 57,0; 107,2 ва 128,6 млрд сўм бўлиб, секин кўтарилади ва энг катта оқимлар дисконтлаш уларнинг

²Манба: муаллиф ҳисоб-китоблари.



қийматини сезиларли камайтирган кейинги йилларга сурилади. Иккинчиси – сифат омили: $qD = 0,80$ бўлганда тўлиқ ўзлаштириш босқичида ҳам йиллик соф оқим 136 млрд сўмдан ошмайди.

Бу фарқнинг амалий оқибати муҳим. Агар раҳбарият бир йилда қопланишни кутиб лойиҳани бошласа, биринчи йил охирида қайд этилган 6,8 млрд сўм натижа режанинг 4 фоизидан камроғини ташкил этади. Бундай вазиятда лойиҳа «муваффақиятсиз» деб топилиб, айнан J-эгри чизиқнинг энг паст нуқтасида тўхтатилиши мумкин. Шу тариқа анъанавий методика қийматни ошириб кўрсатиш орқали парадоксал равишда яхши лойиҳанинг барбод бўлишига сабаб бўлади.

Монте-Карло симуляцияси натижаларига кўра, NPVСИ нинг ўртача қиймати 75,3 млрд сўмни, медианаси 67,6 млрд сўмни ташкил этди. 90 фоизлик оралик $-69,1$ дан $247,8$ млрд сўмгача чўзилган, лойиҳанинг ижобий NPVга эга бўлиш эҳтимоли 77 фоиз. Анъанавий методика берган 529,1 млрд сўм симуляциянинг 95-перцентиладан икки баробардан кўпроқ юқори. Ўртача қийматнинг базавий сценарийдан пастлиги параметрлар тақсимотининг асимметрияси билан изоҳланади: СИ лойиҳаларида муддат ва бюджет одатда режадан ошади, тежам эса техник максимумга камдан-кам этади.

Сезгирлик таҳлили омилларнинг аниқ иерархиясини кўрсатди (3-жадвал).

3-жадвал.

Лойиҳа NPVсининг параметрларга сезгирлиги, млрд сўм³

³Манба: муаллиф ҳисоб-китоблари; ҳар бир параметр бошқалари базавий даражада қолганда минимумдан максимумгача ўзгартирилган.

Параметр	NPV минимумда	NPV максимумда	Оралик кенглиги
Таъмирлаш харажатларининг таннархдаги улуши	27,5	323,9	296,4
Мониторинг қилинадиган узеллар улуши	27,5	323,9	296,4
Маълумотлар сифати коэффициенти qD	64,6	259,1	194,5
Узел даражасидаги тежам	7,5	199,8	192,3
Бошланғич инвестициялар	105,7	205,7	100,0
Йиллик операцион харажатлар	123,2	204,0	80,8
Дисконт ставкаси	126,7	204,3	77,6

3-жадвалдан кўриниб турибдики, NPVга энг кучли таъсир кўрсатувчи омиллар қамров ва харажат базаси билан боғлиқ, молиявий параметрларнинг таъсири эса нисбатан кичик. Бу одатий капитал лойиҳалардаги манзарадан фарқ қилади, у ерда инвестиция қиймати ва дисконт ставкаси ҳал қилувчи бўлади. Масалан, qD ни 0,80 дан 0,95 га кўтариш NPVга 83,4 млрд сўм қўшади, инвестицияларни 30 млрд сўмга камайтириш эса атиги 30 млрд сўм қўшади. Бу Агравал ва ҳаммуаллифларнинг башоратни тўлдирувчи омиллар қимматлашади деган тезисини темир йўл шароитида микдорий тасдиқлайди [6].



Лойиҳани бир йўла ёки босқичма-босқич амалга ошириш вариантлари таққосланди. Биринчи вариантда бутун 180 млрд сўм дастлабки йилда сарфланади. Иккинчи вариантда аввал 30 млрд сўмлик пилот амалга оширилади, у муваффақиятли бўлса (эҳтимол 0,7), 170 млрд сўмлик кенгайтириш бошланади. Босқичма-босқич вариант 20 млрд сўм қиммат бўлса-да, унинг кутилган NPVси 99,5 млрд сўмни, бир йўла вариантники эса 69,0 млрд сўмни ташкил этди. Демак, опцион қиймати 30,5 млрд сўмга, яъни базавий NPVнинг 17 фоизига тенг. Бу UIC ҳисоботидаги қисқа цикллар тавсиясини [20] инвестиция қўмитаси тушунадиган пул тилига ўтказди.

Методика фақат предиктив техник хизмат учун мўлжалланмаган. Қуйма ва пайванд нуқсонларини компьютер кўриши орқали аниқлаш (сифат ва меҳнат канали), эҳтиёт қисмларга эҳтиёжни прогнозлаш (моддий канал), таъмирлаш навбати ва сеҳлар юқламасини оптималлаштириш (бошқарув канали) ҳамда энергия сарфини оптималлаштириш лойиҳалари учун ΔB_c алоҳида аниқланади, qD , $\rho(t)$ ва V_{opt} тузатишлари эса умумий сақланади.

ХУЛОСА ВА ТАКЛИФЛАР

Тадқиқот СИ лойиҳаларини баҳолашдаги асосий хато ҳисоб техникасида эмас, балки пул оқимлари ҳақидаги яширин фаразларда ётишини кўрсатди. Анъанавий NPV формуласи математик жиҳатдан тўғри, аммо унга биринчи йилдан тўлиқ самара ва мукаммал маълумотлар ҳақидаги фаразлар киритилганда натижа реал қийматдан уч баробар ошиб кетади. Таклиф этилган кенгайтирилган NPV тўрт қарашни битта ифодада бирлаштиради ва ҳар бир қараш анъанавий формуланинг қайси фаразини тузатишини аниқ кўрсатади.

Тадқиқот натижаларига асосланиб, қуйидаги таклифлар илгари сурилади:



1. **Кенгайтирилган NPVни мажбурий қўллаш.** Давлат улуши юқори корхоналарда СИ лойиҳаларини асослашда маълумотлар сифати коэффиценти, ўзлаштириш функцияси, Монте-Карло таҳлили ва босқичли опционни қўллашни методик тавсияларда белгилаш.

2. **Пилот учун тўғри KPI белгилаш.** Пилотнинг биринчи йилида молиявий натижа ўрнига маълумотлар сифати, мониторинг қамрови ва модель аниқлигини ўлчаш, чунки айнан шу кўрсаткичлар якуний қийматни белгилайди.

3. **Инвестиция қарорини эҳтимоллар тақсимотига таянтириш.** Лойиҳаларни учта кўрсаткич бўйича саралаш: Монте-Карло бўйича ўртача NPVСИ, ижобий NPV эҳтимоли ва опцион қиймати. Эҳтимол паст, аммо опцион қиймати юқори бўлса – лойиҳа пилот сифатида бошланади; иккаласи ҳам паст бўлса – аввал маълумотлар сифатини ошириш босқичига йўналтирилади.

4. **Маълумотлар сифатига инвестицияни устувор қилиш.** Мониторинг қамровини кенгайтириш ва ягона носозликлар реестрини яратиш технология нархини туширишдан кўра лойиҳа қийматига кўпроқ ҳисса қўшади.

5. **Пилот объектини репрезентатив танлаш.** Пилот учун танланган депо ёки завод бутун тизимнинг вакили бўлиши керак, акс ҳолда опцион қиймати фақат қоғозда қолади.

Барча рақамли натижалар очиқ маълумотлар ва адабиётга асосланган муаллиф фаразларига таянади ва методиканинг мантиғини кўрсатади, аниқ инвестиция қарори эса корхона ички маълумотлари билан калибрланган ҳисобни талаб қилади. Келгуси тадқиқотларда биринчи пилот лойиҳалар бўйича ойлик мониторинг маълумотлари

асосида ўзлаштириш функцияси параметрларини қайта баҳолаш режалаштирилган.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2024 yil 14 oktyabrdagi PQ-358-son «Sun’iy intellekt texnologiyalarini 2030 yilga qadar rivojlantirish strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida»gi Qarori. <https://lex.uz/docs/7158604>
2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023 yil 10 oktyabrdagi PQ-329-son «O‘zbekiston Respublikasi temir yo‘l transporti sohasini tubdan isloh qilish chora-tadbirlari to‘g‘risida»gi Qarori. <https://lex.uz/docs/6631604>
3. Temir yo‘l sohasida amalga oshirilayotgan ishlar va rejalar taqdimoti // O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining rasmiy veb-sayti. – 13.11.2025. – URL: <https://president.uz/en/lists/view/8658>
4. Acemoglu D. The simple macroeconomics of AI // Economic Policy. – 2025. – Vol. 40, No. 121. – P. 13–58.
5. Acemoglu D., Restrepo P. Automation and new tasks: How technology displaces and reinstates labor // Journal of Economic Perspectives. – 2019. – Vol. 33, No. 2. – P. 3–30.
6. Agrawal A., Gans J., Goldfarb A. Prediction Machines: The Simple Economics of Artificial Intelligence. – Boston: Harvard Business Review Press, 2018. – 272 p.
7. Brynjolfsson E., Rock D., Syverson C. The productivity J-curve: How intangibles complement general purpose technologies // American Economic Journal: Macroeconomics. – 2021. – Vol. 13, No. 1. – P. 333–372.
8. Carvalho T. P., Soares F. A. A. M. N., Vita R., Francisco R. P., Basto J. P., Alcalá S. G. S. A systematic literature review of machine learning





methods applied to predictive maintenance // Computers & Industrial Engineering. – 2019. – Vol. 137. – Article 106024.

9. Czarnitzki D., Fernández G. P., Rammer C. Artificial intelligence and firm-level productivity // Journal of Economic Behavior and Organization. – 2023. – Vol. 211. – P. 188–205.

10. Deloitte Analytics Institute. Predictive Maintenance: Position Paper. – Munich: Deloitte. – URL: https://www.deloitte.com/content/dam/assets-zone2/de/de/docs/about/2024/Deloitte_Predictive-Maintenance_PositionPaper.pdf

11. Brynjolfsson E., Li D., Raymond L. Generative AI at work // Quarterly Journal of Economics. – 2025. – Vol. 140, No. 2. – P. 889–942.

12. Lichtenthaler U. An intelligence-based view of firm performance: Profiting from artificial intelligence // Journal of Innovation Management. – 2019. – Vol. 7, No. 1. – P. 7–20.

13. Mikalef P., Gupta M. Artificial intelligence capability: Conceptualization, measurement calibration, and empirical study on its impact on organizational creativity and firm performance // Information & Management. – 2021. – Vol. 58. – Article 103434.

14. Nakajima S. Introduction to TPM: Total Productive Maintenance. – Cambridge (MA): Productivity Press, 1988. – 129 p.

15. McKinsey & Company. The state of AI in 2025: Agents, innovation, and transformation. – New York, 2025. – URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai-2025>



16. Mishra S., Ewing M. T., Cooper H. B. Artificial intelligence focus and firm performance // Journal of the Academy of Marketing Science. – 2022. – Vol. 50. – P. 1176–1197.
17. Noy S., Zhang W. Experimental evidence on the productivity effects of generative artificial intelligence // Science. – 2023. – Vol. 381, No. 6654. – P. 187–192.
18. Uzrailways: финансовая отчётность за 9 месяцев 2025 года // Spot.uz. – 18.12.2025. – URL: <https://www.spot.uz/ru/2025/12/18/uzrailways/>
19. Кулагин М. А., Сидоренко В. Г. Обобщение опыта решения задач предиктивной аналитики на железнодорожном транспорте // Научный журнал. – 2024. – № 4. – URL: <https://ntt.elpub.ru/jour/article/download/276/273>
20. UIC, McKinsey & Company. The journey toward AI-enabled railway companies. – Paris: International Union of Railways, 2024. – URL: https://css0.uic.org/com/IMG/pdf/uic_layout_web_05032024.pdf
21. Zonta T., da Costa C. A., Righi R. R., de Lima M. J., da Trindade E. S., Li G. P. Predictive maintenance in the Industry 4.0: A systematic literature review // Computers & Industrial Engineering. – 2020. – Vol. 150. – Article 106889.