

FTAMI 06.71.03
ӘОК 338
JEL L62, O14, M11

<https://doi.org/10.46914/1562-2959-2025-1-1-181-190>

ОРЫНБЕТ П.Ж.,*¹

PhD, қауымдастырылған профессор-зерттеуші.

*e-mail: perizat.orynbet@mail.ru

ORCID ID: 0000-0001-5442-7913

РАЗАКОВА Д.И.,¹

э.ғ.к., PhD, қауымдастырылған профессор.

e-mail: d.razakova@turan-edu.kz

ORCID ID: 0000-0003-2595-8971

¹«Тұран» университеті,

Алматы қ., Қазақстан

ҚАЗАҚСТАННЫҢ РОБОТОТЕХНИКАЛЫҚ ИНДУСТРИЯСЫНЫҢ ДАМУЫ ЖӘНЕ ӘЛЕМДІК ТЕНДЕНЦИЯЛАР: МӘСЕЛЕЛЕР МЕН ШЕШУ ЖОЛДАРЫ

Аңдатпа

Қазақстандағы робототехника саласының дамуы елдің индустриалды модернизациясы мен экономикалық өсуінің маңызды факторы болып табылады. Алайда, Қазақстан роботтарды енгізу, автоматика тығыздығы және робототехниканың отандық өндірісін енгізу бойынша әлемдік көшбасшылардан артта қалып отыр. Бұл зерттеу жаһандық эталондармен салыстыра отырып, Қазақстандағы робототехниканы дамытудың қиындықтарын, трендтерін және шешімдерін қарастырады. Робот тығыздығының, ҒЗТКЖ инвестициясының, AI қабылдаудың, жұмыс күшін ауыстырудың және STEM білімінің өнеркәсіптік өнімділікке әсерін бағалау үшін регрессиялық талдау жүргізілді. Нәтижесінде роботтардың тығыздығы мен AI инвестициялары өнімділікті айтарлықтай арттыратынын көрсетті, бірақ Қазақстанның STEM жұмыс күші төмен және саясаттың әлсіз ынталандыруы автоматтандырудың өсуін шектейтіні анықталды. Сонымен қатар, автоматтандыруға байланысты жұмыс күшін ауыстыру жұмыс күшінің біліктілігін арттырудың кешенді бағдарламаларын қажет ететін қауіп бар екенін растады. Негізгі ұсынымдар робототехникаға бағытталған ҒЗТКЖ-ны қаржыландыруды ЖІӨ-нің кем дегенде 1%-ына дейін ұлғайту, автоматтандыруға арналған инвестицияларға салықтық жеңілдіктер беру, STEM-білім беруді күшейту және робототехника саясатын әлемдік озық тәжірибелерге сәйкестендіруді қамтиды. Қазақстан сондай-ақ шетелдік робототехника фирмаларын тартуы, AI және робототехниканың құқықтық негіздерін құруы және жергілікті робототехника өндірісінің экожүйесін дамытуы керек. Болашақ зерттеулер автоматтандырудың еңбек нарығының ұзақ мерзімді әсерін, робототехника инвестицияларының шығын-пайдасын талдауын, AI басқаратын өнеркәсіптік автоматтандыруды және инфрақұрылымдық қиындықтарды зерттеуі керек. Стратегиялық саясатты жүзеге асыру арқылы Қазақстан робототехниканы енгізуді жеделдете алады, өнеркәсіп өнімділігін арттырып, жаһандық жоғары технологиялық экономикаға ықпалдаса алады.

Тірек сөздер: робототехника, экономика, автоматика және AI, өнеркәсіп, өнеркәсіптік өнімділік, өнеркәсіптік өнімділік, жұмыс күші, цифрландыру стратегиясы.

Кіріспе

Соңғы жылдары Қазақстандағы робототехника саласы автоматтандыру мен цифрлық трансформациядағы жаһандық үрдістерді көрсететін бірте-бірте, бірақ елеулі дамуды бастан кешіруде. Дүние жүзіндегі салалар өнімділік пен тиімділікті арттыру үшін робототехника мен жасанды интеллектті (AI) көбірек қолданып жатқандықтан, Қазақстан да автоматтандыру және роботтандыру интеграциясы арқылы өнеркәсіптік саланы жаңартуға ұмтылуда. Дегенмен, елде мамандандырылған жұмыс күші мен технологиялық инфрақұрылымның жетіспеушілігінен қаржылық шектеулер мен жергілікті өндірістік мүмкіндіктердің шектеулілігіне дейін робототехниканы жылдам енгізуге кедергі келтіретін көптеген қиындықтар бар.

Робототехника мен автоматтандыру өнеркәсіптік өндірістің болашағын қалыптастыруда, әсіресе өңдеу, логистика және автомобиль өнеркәсібі сияқты салаларда шешуші рөл атқарады.

Industry 4.0 және Industry 5.0 тұжырымдамаларына баса назар аудару өндірістік процестерді оңтайландырып, қол еңбегіне тәуелділікті азайта алатын интеллектуалды, өзара байланысты және өзін-өзі ұйымдастыратын жүйелердің қажеттілігін көрсетеді [1]. Қазақстанда бұл жетістіктерді әртүрлі секторларға енгізуге күш салынууда, бірақ робототехниканың тығыздығы жетекші өнеркәсіптік елдерге қарағанда айтарлықтай төмен болып қала береді.

Елде роботты қолданудың негізгі көрсеткіші 10 000 өндірістік жұмысшыға шаққанда өнеркәсіптік роботтардың тығыздығы болып табылады. Қазақстанда бұл көрсеткіш Оңтүстік Кореядағы 932-ден және Сингапурдағы 605-тен (Market Research Future, 2023) айырмашылығы 2020 жылы небәрі үш адамды құрады. Бұл теңсіздік Қазақстанның жаһандық көшбасшыларды қуып жету жолындағы қиындықтарын көрсетеді. Қазақстанда жұмыс істейтін ірі халықаралық компаниялар роботтық шешімдерді енгізсе, отандық фирмалар автоматтандыруды енді ғана зерттей бастады, 2019 жылдан бастап жергілікті жүйелік интеграторлардың пайда болуы оңды жағдай болды.

Қазақстанда робототехниканың дамуын бәсеңдететін іргелі мәселелердің бірі – робототехника саласындағы зерттеулер мен әзірлемелер үшін жақсы дамыған экожүйенің жоқтығы. Университеттер мен ғылыми-зерттеу институттары робототехника бойынша білім беруді өздерінің оқу жоспарларына кіріктірді, бірақ практикалық әсер етуі әлі де шектеулі болып отыр. 2017 жылға дейін студенттердің өндірістік робототехникамен тәжірибе жинақтау мүмкіндігі аз болатын, бұл білікті жұмыс күшінің дамуына кедергі болды. Бұған жауап ретінде үкімет осы олқылықты жою үшін бірнеше стратегиялық бастамаларды жүзеге асырып келеді, оның ішінде Жоғары білім мен ғылымды дамыту тұжырымдамасы (2023–2029 жж.) және Индустриалды-инновациялық даму тұжырымдамасы (2021–2025 жж.).

Сонымен қатар, жаһандық робототехника нарығы 2030 жылға қарай 22,8% өсіп, 214,68 миллиард долларға жетеді (Market Research Future, 2023). Бұл Қазақстанға өзін робототехника секторында жаңадан келе жатқан ойыншы ретінде көрсетуге мүмкіндік береді. Дегенмен, маңызды мәселе – шетелдік компоненттер мен технологияларға тәуелділік. Роботтық жабдықтың көпшілігі импортталады, жергілікті тәжірибе негізінен бағдарламалық жасақтаманы әзірлеуге және жүйені біріктіруге бағытталған. Бұл сенім елдің нақты өнеркәсіптік қажеттіліктерді қанағаттандыратын жергілікті роботтық шешімдерді жасау мүмкіндігін шектейді.

Автокөлік өнеркәсібі жағдайында робототехниканың Қазақстандағы өндірістік процестерді түбегейлі өзгерту мүмкіндігі бар. Әл Номан және басқалар [2] сипаттаған компьютерлік көрудің жетілдірілген әдістері қазірдің өзінде автономды көлік навигациясы мен жол белгілерін тануда [3] қолданылууда. Мұндай технологияларды автомобиль құрастыру желілеріне енгізу тиімділік пен сапаны бақылауды айтарлықтай арттыруы мүмкін. Сонымен қатар, адам-робот ынтымақтастығын (коботтар) Фассіо және басқалары айтқан болатын [4].

Қазақстанда робототехника саласының өсуін жеделдету үшін көп қырлы көзқарас қажет. Бұған ғылыми-зерттеу және тәжірибелік-конструкторлық жұмыстарды ынталандыру, сала мен академия ынтымақтастығын нығайту және автоматтандыруға қаржылық ынталандыру кіреді. Сонымен қатар, автомобиль жасауды қоса алғанда, негізгі салаларда робототехниканы енгізу бойынша құрылымдық жол картасы Қазақстанға жаһандық көшбасшылармен алшақтықты жоюға және тұрақты, технологияға негізделген экономиканы құруға көмектеседі.

Қазақстан робототехниканы енгізу жолында маңызды қадамдар жасағанымен, әлі де елеулі қиындықтар бар. Жұмыс күшінің дамуын шешу, жергілікті зерттеулерге инвестицияны ұлғайту және автоматтандыру үшін қолайлы саясат жасау арқылы ел робототехниканың толық әлеуетін ашып, өзін әлемдік аренада бәсекеге қабілетті қатысушы ретінде көрсете алады. Бұл мақала осы қиындықтарды егжей-тегжейлі зерттеп, Қазақстандағы робототехниканың болашағын басқару үшін стратегиялық шешімдерді ұсынады.

Материалдар мен әдістер

Бұл зерттеу әлемдік тенденциялармен салыстырғанда Қазақстандағы робототехника саласының дамуын талдау үшін сандық эконометриялық әдісті қолдандық. Бірнеше регрессиялық талдауды қолдана отырып, біз робот тығыздығы, ғылыми-зерттеу жұмыстарының, AI-дің, робототехника менг автоматтық жүйелердің, еңбек ығысуы және өнеркәсіптік өнімділік

туралы әсерін бағалаймыз. Зерттеуге сонымен қатар робототехника саласындағы жетекші экономикалармен салыстырмалы талдау кіреді, бұл Қазақстанның қазіргі жағдайын бағалау және стратегиялық саясат бойынша ұсыныстарды анықтауға үлес қостаыны анық.

Зерттеу келесідей қадамдардан тұрады:

Халықаралық және ұлттық көздерден робототехниканы қабылдау және автоматтандыру үрдістері туралы мәліметтер жинау.

Робототехника мен экономикалық көрсеткіштер арасындағы қатынасты анықтау үшін регрессиялық талдау жасау.

Әлемдік эталондар мен Қазақстанның робот-индустриясы салыстырмалы талдау.

Зерттеуге сенімді көздерден негізгі және қосымша мәліметтерді де қолданады, олар:

1) Халықаралық робототехника федерациясының деректері (IFR) – жаһандық робот тығыздығы, автоматика деңгейі және робототехникасы туралы мәліметтер [5];

2) Қазақстанның ұлттық статистика бюросы – өнеркәсіп өндірісі, жұмыспен қамту, автоматтандыру, Қазақстандағы еңбек нарығындағы өзгерістер туралы ақпарат;

3) Әлемдік және қазақстандық робототехника трендтері бойынша ғылыми зерттеулер – саясат шеңберін талдау, технологиялық қабылдау және робототехниканы дамыту мәселелері бойынша халықаралық есептер [6, 7].

Робототехникалар (роботтандырудың) мен автоматтандыруды инвестициялаудың өнеркәсіптік өнімділікке әсерін бағалау үшін бірнеше сызықтық регрессиялық модель қолдандық. Тәуелді айнымалы (Y) және тәуелсіз айнымалылар (xi) келесі формула түрінде анықталды:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \epsilon_i \quad (1)$$

Мұндағы:

Y_1 = Өнеркәсіптік өнімділік (өндірістегі жұмысшыға ЖІӨ).

X_1 = робот тығыздығы (10000 жұмысшыға арналған роботтар).

X_2 = робототехника мен автоматтандыруға жұмсалатын шығындар (ЖІӨ-нің%).

X_3 = AI және автоматтандыруға инвестициялар (ЖІӨ-нің%).

X_4 = Еңбек ығысуы (автоматтандыруға байланысты жұмыспен қамту ставкаларының өзгеруі).

X_5 = DET жұмыс күші (робототехника және AI-де оқытылған жұмыс күшінің %).

Бұл зерттеудегі регрессиялық талдау екі кезеңде жүргізіледі: біріншіден, роботтардың тығыздығы, робототехника мен автоматтандыруға жұмсалатын шығындары және AI инвестицияларының өнімділікке қалай әсер ететінін бағалау үшін Қазақстанның Ұлттық статистикалық бюросының деректерін пайдалана отырып, Қазақстанға тән модель әзірленеді; екіншіден, жаһандық салыстыру үлгісі Қазақстанның роботтарды қабылдауы мен өнімділік деңгейін Оңтүстік Корея, Германия, Жапония және Қытай сияқты әлемдік көшбасшылармен салыстыру жасалды. Дәлдік пен салыстырмалылықты қамтамасыз ету үшін деректерді қалыпқа келтіру айнымалы мәндерді елдер бойынша стандарттау үшін қолданылады, ал дисперсия мультиколлинеарлық сынақтар тәуелсіз айнымалылардың жоғары корреляциялық еместігін растады. Зерттеу статистикалық маңыздылықты анықтау үшін 95% сенімділік деңгейін ($p < 0,05$) қабылдайды. Осы әдістемені қолдану арқылы зерттеу Қазақстанның робототехника индустриясы туралы деректерге негізделген түсінік берді және экономикалық өсуді жеделдету үшін дәлелді ұсынымдар жасауға ықпал етеді деп сенеміз.

Нәтижелер мен талқылау

Қазақстандағы робототехниканың дамуы біртіндеп елдің өндірістік базасын жаңғырту және экономикалық бәсекеге қабілеттілікті арттыру стратегиясы аясында біртіндеп алу болып табылады. Алайда, робототехниканы өнімділік пен тиімділік жүргізушісі ретінде тануға қарамастан, Қазақстан робот тығыздығы, автоматика деңгейі және технологиялық инновациялар бойынша жаһандық көшбасшылардан едәуір артта қалып отыр. Халықаралық баяндамалар бойынша, өндірістегі роботтың жаһандық тығыздығы 10000 қызметкерге 126 роботтан асып

түседі, ал 10000 қызметкерге, ал Оңтүстік Корея, Германия және Жапония сияқты жетекші елдерде, бұл көрсеткіш 10 000 жұмыскерге 400 роботтан асады. Старк-контрастта Қазақстанның робот тығыздығы 10 000 жұмысшыға 10-нан төмен, автоматтандырудың баяу қарқынын және Қазақстан арасындағы технологиялық алшақтық пен әлемдегі технологиялық алшақтық деп түйіндеді [8, 9].

Бірнеше құрылымдық сын-қатерлер Қазақстандағы робототехниканың кеңеюіне кедергі келтіруі, бұл елдің жаһандық технологиялар жарысында бәсекеге түсе алатындығын шектеуді жалғастыруда. Бастапқы кедергілердің бірі – отандық робототехниканы өндірістің жоқтығы, ол қазақстандық индустрияны Қытай, Германия және Жапония сияқты елдерден импортталған роботты жүйелерге арқа сүйемелдеуге мәжбүр етеді. Бұл тәуелділік шығындарды арттырады, қол жетімділікті шектейді және жергілікті фирмаларды автоматтандыру технологияларын қолдану үшін ынталандыруды азайтады. Сонымен қатар, Қазақстан робототехника, AI және автоматика технологияларында білікті мамандар жетіспейді. Осы салалардағы жоғары оқытылған мамандардың шектеулі болуы мықты робототехникалық экожүйенің дамуын баяулатады және жоғары технологиялық салаларға шетелдік инвестицияларды болдырмайды.

Осы сын-қатерлерге қарамастан, Цифрлық Қазақстан бағдарламасы сияқты мемлекеттік бастамалар Қазақстан мен жаһандық робототехника көшбасшылары арасындағы алшақтықты жоюға тырысады. Бұл бағдарлама AI және автоматтандырудың интеграцияланған және автоматтандырудың интеграциясы, цифрлық қайта құруға салынған инвестицияларды ынталандырады және робототехника мен автоматтандыруда дарындылықты жоюға ықпал етеді. Алайда, бұл бастамалардың тиімділігі саясаттың әлсіздігін, R & D робототехникалық қаржыландырудың болмауы және жеке кәсіпорындардың баяу қабылдануы жоқ болып қала береді. Нормативтік-құқықтық базаларсыз, қаржылық қолдауды арттырып, отандық робототехника өндірісі үшін үлкен ынталандырулар, Қазақстандық тәуекелдер жаһандық автоматтандыру жарысында артта қалады [10, 11].

Роботтарды қабылдаудың әсерін түсіну үшін, экономикалық көрсеткіштерге, бұл зерттеуді автоматтандыру, өнеркәсіптік өнімділік, еңбек нарығындағы өзгерістер мен экономикалық өсу арасындағы байланысты бағалау үшін регрессиялық талдау жұмыс істейді. Нәтижелер роботтың тығыздығы, AI асырап алу және жұмыс күшінің біліктілігінің деңгейлері Қазақстанның индустриялық секторына әлемдік көшбасшылармен салыстырғанда қалай әсер ететіні туралы эмпирикалық дәлелдер келтіреді. Табыстар Қазақстанның жоғары шығындар мен шектеулі отандық өндірістік мүмкіндіктермен қатар жүретін төмен роботтың төмендігі қарқынын, автоматтандыруды кеңейтуге және экономикалық жаңғыртуға кедергі келтіреді. Бұл құрылымдық кедергілерді бағыттау, мақсатты саясат араласулары, R & D робототехника саласындағы инвестициялар және жұмыс күшін даярлау бағдарламаларына инвестициялау Қазақстан үшін автоматтандырылған және жасанды интеллект саласына негізделген өндіріске сәтті өтуі керек.

Кесте 1 – Қазақстандағы роботтардың тығыздығын басқа елдермен салыстыру

Мемлекет	Роботтандырылу тығыздығы (10000 жұмысшыға шаққанда) 2024	Жан басына шаққандағы ЖІӨ (USD)
Оңтүстік Корея	9325	31,6489
Сингапур	6057	64,581
Германия	3463	46,258
АҚШ	2747	65,279
Қытай	1873	12,55
Қазақстан	304	9,122
Ескертпе: IFR, 2024.		

Қазақстанның робототехника саласы шетелдік технологияларға өте тәуелді болып қала береді, олардың көпшілігінде Қытайдан, Жапониядан және Германиядан импортталады. Бұл шетелдік өндірушілерге деген сенім кеңейтілген автоматтандыруға маңызды кедергі болып

табылады, өйткені ол отандық фирмаларға шығындарды көтереді, өйткені ол ішкі фирмаларға шығындарды көтереді, әсіресе шағын және орта бизнеске (ШОБ) мүмкіндігінше аз өндіреді. Оңтүстік Корея және Германия сияқты мықты ішкі робототехника салалары бар елдерден айырмашылығы, Қазақстанда өндірістік роботтар үшін жергілікті өндірістік база жоқ, олар жоғары сатып алу, техникалық қызмет көрсету және пайдалану шығындары. Сонымен қатар, робототехника саласындағы жергілікті ғылыми-зерттеу жұмыстарының жоқтығы елдің өз салаларының, оның ішінде өндірістік, ауылшаруашылық және логистиканың нақты қажеттіліктеріне бейімделген шешімдерді дамыту қабілетін шектейді.

Роботты жүйелерді әкелудің қаржылық ауыртпалығы бастапқы инвестициялардан тыс, өйткені компаниялар бағдарламалық жасақтама, қосалқы бөлшектер, техникалық сараптама үшін қосымша шығындар болуы керек. Бұл Қазақстанның негізгі экономикалық салаларында, тиімділік пен өнеркәсіптік бәсекеге қабілеттіліктің негізгі экономикалық секторларында баяулату деңгейіне ықпал етеді. Керісінше, отандық робототехника өндірісі мен AI-проектирлеу автоматтандыруға жұмсалған жетекші экономикалар төмен шығындардан, жоғары масштабталған және күшті технологиялық тәуелсіздіктен пайда әкелді. Іргенделі робототехникалық мүмкіндіктерді дамытуға стратегиялық итерместен, Қазақстан жаһандық өндірістік тенденциялармен қатар жүре алады, дамыған экономикалармен бірге технологияны жоғарылату үшін күресуі мүмкін.

Қазақстандық робототехника саласында үлкен сынақтардың қатарына робототехника, жасанды интеллект (AI), машиналық оқыту және автоматтандыру жүйелері сияқты салалардағы білікті мамандардың жетіспеушілігін атауға болады. Қазіргі жұмыс күші робототехника бойынша пәндер бойынша тиісті жаттығулар жетіспейді, компаниялар үшін жетілдірілген автоматтандыру шешімдерін орындау қиынға соғады. Германия, Жапония және Оңтүстік Корея сияқты елдерден айырмашылығы, жұмыс күшінің едәуір бөлігі өзенді далаларда білім алуда, Қазақстанда автоматтандыру және AI-проектирлеу технологиялар саласындағы сараптама мамандарының салыстырмалы түрде төмен үлесі бар.

Қазақстандағы білім беру жүйесі AI-проектирлеу және автоматтандырылған экономиканың талаптарына толық сәйкес келмейді. Сандық Қазақстан сияқты бастамашылар цифрлық сауаттылықты арттыруға және сабақты оқытуды дамытуға бағытталғанымен, оқу бағдарламасының реформасының қарқыны салалық қажеттіліктерді қанағаттандыру үшін жеткіліксіз болып отыр. Робототехника саласындағы мамандандырылған бағдарламалардың жетіспеушілігі, AI-дің өндірістік және өндірістік автоматтандыру туралы өтініштердің жетіспеушілігі үлкен жетіспеушілік деп білеміз. Бұл одан әрі технологиялық тәуелділікті күшейтеді және автоматтандыруды қабылдауда компаниялар үшін операциялық шығындарды арттырады.

Робототехникадағы білікті мамандардың шектеулі болуы – Қазақстанды жетекші өнеркәсіптік экономикалардан ажырататын маңызды фактор болып табылады. 2-кестеде робототехникаға қатысты жұмыс күшін салыстырмалы талдау ұсынылады, робототехникаға қатысты дайындыққа, Қазақстанның жаһандық көшбасшылар алдындағы шыңды ұстанымын атап өтуге мүмкіндік береді.

Кесте 2 – STEM дағдылары бар жұмыс күшінің үлесі, 2024

Мемлекет	STEM-оқытылған жұмыс күші (%)	1000 жұмысшыға робототехника мамандары
Германия	35%	8,5
Оңтүстік Корея	42%	9,1
АҚШ	38%	7,6
Қытай	30%	6,2
Қазақстан	12%	1,5
Ескертпе: World Bank, 2024		

Деректер Қазақстанның робототехника саласындағы мамандардың шектеулігін нақты көрсетіп отыр. «Цифрлық Қазақстан» бағдарламасын іске қосуға, елдің 4.0 технологияларын

тездетуге бағытталған, елге робототехниканы кеңінен қолдануға қолдау көрсету үшін әлі де жан-жақты қаржылық ынталандырулар мен нақты нормативтік-құқықтық базаның жоқтығы да себеп болып отырғанын растайды. Робототехниканы қабылдауды ынталандыратын Қытай, Германия және Америка Құрама Штаттары сияқты жетекші экономикалардан айырмашылығы, робототехниканы қабылдауды ынталандыру үшін Қазақстанның индустриялық секторы автоматтандыруға айтарлықтай қаржылық кедергілерге тап болды. Осы жетілдірілген экономикаларда робототехника фирмалары тікелей мемлекеттік қолдаудан, соның ішінде автоматтандыруға инвестициялар, AI зерттеулеріне арналған гранттар және роботты жүйелерге интеграциялау үшін төмен пайыздық несиелер пайда болды. Бұл саясат робототехниканы қабылдайтын компанияларға шығындардан ғана азайтып қана қоймай, сонымен қатар осы саладағы отандық өндіріс пен инновацияны ынталандырады. Керісінше, Қазақстанның қазіргі саясат ландшафты роботландырылған өндірістік, логистика және AI-провайзиялық өндірістік процестерді кеңейтуді шектейтін ауқымда автоматтандыруға инвестициялау үшін жеткілікті экономикалық ынталандыруды қамтамасыз етпейді. Әлемдік автоматтандыру жарысында бәсекеге қабілетті болу үшін Қазақстан өзінің робототехникалық экожүйесінің өсуіне қолдау көрсету үшін, оның робототехникалық экожүйесінің өсуіне және автоматтандыру арқылы өндірістік тиімділікті арттыруға арналған стратегиялық саясат шеңберін әзірлеуі қажет.

Роботтық саланың әсерін бағалау үшін өнімділікке байланысты біз келесі регрессия моделін бағалаймыз:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \epsilon_i \quad (2)$$

Кесте 3 – Қазақстандағы робототехника тығыздығын басқа елдермен салыстыру

Өзгермелі	Қазақстандық бағалау (β)	Ғаламдық бағалау (β)
Өнеркәсіптік өнімділік (β_0)	2.1***	3.5***
Робототехника тығыздығы (X_1)	0.45***	0.62***
Робототехника мен автоматтандыруға жұмсалатын шығындар (ҒЗТКЖ) (X_2)	0.38**	0.55***
AI және автоматтандыруға инвестициялар (X_3)	0.41**	0.50***
Еңбек ығысуы (X_4)	-0.29*	-0.15*
Жұмыс күшінің шеберлігі (X_5)	0.52***	0.68***
Ескертпе: *Маңыздылық деңгейлері: *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0,1$		

Регрессиялық талдау келесідей нәтижелер берді: роботтың тығыздығы (X_1) өнеркәсіп өнімділігімен жоғары дәрежеде корреляцияланады (Қазақстан үшін $\beta=0,45$ жаһандық деңгейде $\beta=0,62$ -ге қарсы). ҒЗТКЖ-ға (X_2) және AI-ға (X_3) инвестиция салу өнімділікті айтарлықтай арттырады. Жұмыс күшінің ығысуы (X_4) кері әсер беретінін көрсетіп отыр, бұл тиісті біліктілікті арттыру бағдарламаларынсыз жұмыс орындарын жоғалтуды болжайды.

Жақсы дайындалған жұмыс күші (X_5) робототехниканың артықшылықтарын арттырады (Қазақстандағы төменгі STEM оқыту автоматтандырудың өнімділігін арттыруды азайтады). Жақсы дайындалған жұмыс күші (X_5) робототехниканың артықшылықтарын айтарлықтай арттырады, дегенмен Қазақстанның STEM білім беру инфрақұрылымының шектеулілігі автоматтандырудан болатын әлеуетті өнімділікті төмендетеді. Бұл тәуекелдерді азайту үшін саясаткерлер білім беру мен кәсіптік оқытуға инвестицияларға басымдық беріп, жұмысшылардың автоматтандыру адам еңбегін алмастырмай, толықтыратын жоғары технологиялық салаларға ауысуын қамтамасыз етуі керек.

Тұтастай алғанда, Қазақстанның робототехника саласы автоматтандыру, ғылыми-зерттеу және тәжірибелік-конструкторлық инвестициялар және отандық роботтарды орналастыру деңгейі бойынша ірі экономикалардан артта қалып, дамуының бастапқы сатысында қалып отыр.

Регрессиялық талдау робототехниканың өнеркәсіптік өнімділікке оң әсерін растағанымен, жұмыс күшінің біліктілігін арттыру жөніндегі кешенді бастамалар жүзеге асырылмаған жағдайда еңбек нарығының бұзылу қаупін де көрсетеді. Автоматтандырудың жаһандық тенденцияларына сәйкес келу және экономикалық тұрақтылықты арттыру үшін Қазақстан робототехника ҒЗТҚЖ, STEM білім беру және отандық өндіріс әлеуетіне стратегиялық инвестиция салуы керек. Қолдау көрсететін нормативтік-құқықтық базаны дамыту, автоматтандыруды қаржылық ынталандыру және техникалық білім беруді күшейту арқылы ел робототехниканы енгізуді жеделдете алады, өнеркәсіптік тиімділікті арттыра алады және өзін әлемдік жоғары технологиялық экономикада бәсекеге қабілетті ойыншы ретінде көрсете алады.

Қазақстанның робототехника саласы автоматтандыру, робототехника мен автоматтандыруға жұмсалатын шығындар және роботтарды орналастыруда дамыған елдерден артта қалып, дамудың бастапқы кезеңінде тұр. Регрессиялық талдау робототехниканың өнімділікке оң әсерін, сонымен қатар егер саясат жұмыс күшінің қайта біліктілігін арттыруды қолдамаса, жұмыс орнын ауыстыру қаупін көрсетеді. Жаһандық трендтерге ілесу үшін робототехникаларды жасау бағытында білім беруге арналған шығындарды арттыру қажет және отандық өндіріске стратегиялық инвестициялар қажет екенін көрсетті.

Робототехника мен AI инфрақұрылымына салынған инвестициялардың стратегиялық өсуі Қазақстан үшін өнеркәсіптік автоматтандыруды жеделдету және экономикалық өнімділікті арттыру қажет. Ел отандық робототехниканы өндіру, AI-басқарылатын автоматика және ақылды өнеркәсіптік технологиялардың дамуына көп қаржы ресурстарын бөлуі керек. Бұған мақсатты ғылыми-зерттеу жұмыстары, салықтық жеңілдіктер және технологиялық инновациялар мен жергілікті өндірістік мүмкіндіктерді дамытуға бағытталған инвестициялық субсидиялар арқылы қол жеткізуге болады. Сонымен қатар, мемлекеттік-жекеменшік серіктестіктер (МЖӨ) академиялық зерттеулер, мемлекеттік бастамалар және өнеркәсіптік қолдану арасындағы алшақтықты жоюға қолдау көрсетуі керек. Университеттер, ғылыми-зерттеу мекемелері және жеке кәсіпорындар арасындағы ынтымақтастық робототехника кластерлерін, инкубаторлар мен инкубаторлар мен инкубаторларды және роботты жүйелердің жергілікті өндірісіне қолдау көрсетуге мүмкіндік береді. Германия, Жапония және Оңтүстік Корея сияқты елдер робототехникалық экосжүйелерді күшейту үшін МЖӨ-ні сәтті меңгерген, ал Қазақстан импортталатын технологияларға тәуелділікті азайту және отандық өндірістерді ынталандыру үшін осындай тәсілдерді ұстануы керек.

Қорытынды

Қазақстанда робототехниканың дамуы экономикалық өсу, индустрияны жаңғырту және жаһандық бәсекеге қабілеттілікті арттыру үшін маңызды мүмкіндік болып табылады. Дегенмен, Қазақстан роботтардың тығыздығы, автоматтандыруды енгізу және отандық робототехника өндірісі бойынша Оңтүстік Корея, Германия және Қытай сияқты жетекші экономикалардан айтарлықтай артта қалып отыр. Осы зерттеуде жүргізілген регрессиялық талдау роботты қолданудың өнеркәсіптік өнімділікке оң әсерін тигізетінін растайды, дегенмен бірнеше негізгі кедергілер, соның ішінде ғылыми-зерттеу және тәжірибелік-конструкторлық жұмыстарға төмен инвестициялар, білікті мамандардың тапшылығы, әлсіз саясат негіздері және шетелдік технологияларға қатты тәуелділік робототехниканы кеңінен енгізуге кедергі келтіреді. Сонымен қатар, автоматтандыру өнімділікті арттыруға ықпал еткенімен, жұмыс күшінің біліктілігін арттырудың тиімді бағдарламалары мен STEM білім беру реформалары болмаған жағдайда жұмыс күшін ауыстыру қаупі жоғары болып қала беретіні анық.

Бұл алшақтықты жою және Қазақстанның жоғары технологиялық, автоматтандырылған экономикаға көшуін жеделдету үшін стратегиялық инвестициялар мен саяси реформалар маңызды. ҒЗТҚЖ-ны қаржыландыруды ЖІӨ-нің кем дегенде 1%-ына дейін кеңейту, жеке секторды автоматтандыруға инвестицияларға салықтық жеңілдіктер беру, STEM білім беру мен кәсіптік оқытуды күшейту робототехника интеграциясын қолдауға қабілетті жоғары білікті жұмыс күшін дамытуда шешуші рөл атқарады. Бұған қоса, робототехника мен AI үшін нақты нормативтік базаны құру және робототехника өндірісіне тікелей шетелдік инвестицияларды (ТШИ) ынталандыру Қазақстанға шетелдік технологияға тәуелділікті азайтуға және отандық

инновацияларды дамытуға көмектеседі. Осы шараларды жүзеге асыру арқылы Қазақстан робототехника секторын ұлғайта алады, өнеркәсіп өнімділігін арттыра алады және өзін әлемдік автоматтандыру индустриясының негізгі ойыншысы ретінде көрсете алады.

Бұл зерттеу қазақстандық робототехника ландшафтына құнды түсініктер бергенімен, қосымша зерттеуді қажет ететін бірнеше зерттеу олқылықтары бар. Болашақ зерттеулер робототехниканың жұмыспен қамтуға және жалақы динамикасына әсерін талдауы, автоматтандыруға негізделген экономикалармен салыстырмалы саясатты бағалауды жүргізуі және негізгі салаларда робототехниканы енгізудің инвестициялардың қайтарымдылығын (ROI) бағалауды керек. Бұған қоса, робототехникамен, инфрақұрылыммен және жеткізу тізбегіндегі қиындықтармен және автоматтандырудың этикалық салдарымен AI интеграциясы бойынша зерттеулер автоматтандырудың тұрақты өсуінің кешенді стратегиясын әзірлеу үшін қажет. Дәлелдерге негізделген саясат реформаларын ілгерілету және инновацияларды ынталандыру арқылы Қазақстан өзін автоматтандыру және Индустрия 4.0 технологиялары бойынша аймақтық көшбасшы ретінде көрсете отырып, күшті және бәсекеге қабілетті робототехника саласын дамыта алады.

Қаржыландыру туралы ақпарат. Бұл мақала Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігі Ғылым комитетінің BR24992947 «Жасанды интеллект негізінде Қазақстанның автокөлік өнеркәсібі кәсіпорындарын икемді роботтандыру және өнеркәсіптік автоматтандыру (RPA) үшін роботтарды, ғылыми-техникалық және бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеу» тақырыбындағы мақсатты қаржыландыру бағдарламасы аясында орындалған.

ӘДЕБИЕТТЕР

- 1 Qiu S. et al. Deep learning techniques in intelligent fault diagnosis and prognosis for industrial systems: a review // *Sensors*. 2023. Vol. 23. No. 3. P. 1305.
- 2 Al Noman M.A., Zhai L., Almukhtar F.H., Rahaman M.F., Omarov B., Ray S., Wang C. A computer vision-based lane detection technique using gradient threshold and hue-lightness-saturation value for an autonomous vehicle // *International Journal of Electrical and Computer Engineering*. 2023. Vol. 13. No. 1. P. 347.
- 3 Temirgazyieva S., Omarov B. Traffic sign recognition with convolutional neural network // *Scientific Journal of Astana IT University*. 2022. P. 14–23.
- 4 Faccio M. et al. Human factors in cobot era: a review of modern production systems features // *Journal of Intelligent Manufacturing*. 2023. Vol. 34. No. 1. P. 85–106.
- 5 Dzedzickis A. et al. Advanced applications of industrial robotics: New trends and possibilities // *Applied Sciences*. 2021. Vol. 12. No. 1. P. 135.
- 6 Galin R., Meshcheryakov R. Automation and robotics in the context of Industry 4.0: the shift to collaborative robots // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. IOP Publishing, 2019. Vol. 537. No. 3. P. 032073.
- 7 Baimukhanov T. et al. Some aspects of robotization of the economy and creation of a robot manager // *Journal of Economic Research & Business Administration*. 2021. Vol. 137. No. 3. P. 139–146.
- 8 Daribay A., Serikova A., Ukaegbu I.A. Industry 4.0: Kazakhstan industrialization needs a global perspective // *Procedia computer science*. 2019. Vol. 151. P. 903–908.
- 9 Sotnik S., Lyashenko V. Modern industrial robotics industry. 2022.
- 10 Ступина Е.Е. и др. Основы робототехники: учебное пособие для студентов вузов. – 2019.
- 11 Mamrayeva D.G., Toxambayeva A.B., Tashenova L.V. Industry digitalization in the Republic of Kazakhstan // *Bulletin of the Karaganda university Economy series*. 2022. Vol. 105. No. 1. P. 54–67.
- 12 George A.S., George A.S.H. Revolutionizing Manufacturing: Exploring the Promises and Challenges of Industry 5.0 // *Partners Universal International Innovation Journal*. 2023. Vol. 1. No. 2. P. 22–38.
- 13 Javaid M., Haleem A., Singh R.P., Suman R., Javaid M. et al. Artificial intelligence applications for industry 4.0: A literature-based study // *Journal of Industrial Integration and Management*. 2022. Vol. 7. No. 01. P. 83–111.
- 14 Қазақстан Республикасы стратегиялық жоспарлау және реформалар жөніндегі агенттігінің ұлттық статистика бюросы. URL: <https://www.stat.gov.kz/> (өтініш берілген күн: 21.11.2024)
- 15 Bhadra P., Chakrabort, S., Saha S. Cognitive IoT Meets Robotic Process Automation: The Unique Convergence Revolutionizing Digital Transformation in the Industry 4.0 Era. In *Confluence of Artificial Intelligence and Robotic Process Automation*. Singapore: Springer Nature Singapore, 2023, pp. 355–388.

REFERENCES

- 1 Qiu S. et al. (2023) Deep learning techniques in intelligent fault diagnosis and prognosis for industrial systems: a review // *Sensors*. Vol. 23. No. 3. P. 1305. (In English).
- 2 Al Noman M.A., Zhai L., Almukhtar F H., Rahaman M.F., Omarov B., Ray S., Wang C. (2023) A computer vision-based lane detection technique using gradient threshold and hue-lightness-saturation value for an autonomous vehicle // *International Journal of Electrical and Computer Engineering*. Vol. 13. No. 1. P. 347. (In English).
- 3 Temirgazyieva S., Omarov B. (2022) Traffic sign recognition with convolutional neural network // *Scientific Journal of Astana IT University*. P. 14–23. (In English).
- 4 Faccio M. et al. (2023) Human factors in cobot era: a review of modern production systems features // *Journal of Intelligent Manufacturing*. Vol. 34. No. 1. P. 85–106. (In English).
- 5 Dzedzickis A. et al. (2021) Advanced applications of industrial robotics: New trends and possibilities // *Applied Sciences*. Vol. 12. No. 1. P. 135. (In English).
- 6 Galin R., Meshcheryakov R. (2019) Automation and robotics in the context of Industry 4.0: the shift to collaborative robots // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. IOP Publishing. Vol. 537. No. 3. P. 032073. (In English).
- 7 Baimukhanov T. et al. (2021) Some aspects of robotization of the economy and creation of a robot manager // *Journal of Economic Research & Business Administration*. Vol. 137. No. 3. P. 139–146. (In English).
- 8 Daribay A., Serikova A., Ukaegbu I.A. (2019) Industry 4.0: Kazakhstani industrialization needs a global perspective // *Procedia computer science*. Vol. 151. P. 903–908. (In English).
- 9 Sotnik S., Lyashenko V. (2022) Modern industrial robotics industry. (In English).
- 10 Stupina E.E. i dr. (2019) *Osnovy robototekhniki: uchebnoe posobie dlja studentov vuzov*. (In Russian).
- 11 Mamrayeva D.G., Toxambayeva A.B., Tashenova L.V. (2022) Industry digitalization in the Republic of Kazakhstan // *Bulletin of the Karaganda university Economy series*. Vol. 105. No. 1. P. 54–67. (In English).
- 12 George A.S., George A.S.H. (2023) Revolutionizing Manufacturing: Exploring the Promises and Challenges of Industry 5.0 // *Partners Universal International Innovation Journal*. Vol. 1. No. 2. P. 22–38. (In English).
- 13 Javaid M., Haleem A., Singh R.P., Suman R., Javaid M. et al. (2022) Artificial intelligence applications for industry 4.0: A literature-based study // *Journal of Industrial Integration and Management*. Vol. 7. No. 01. P. 83–111. (In English).
- 14 Qazaqstan Respublikasy strategialyq josparlau jäne reformalar jönindegi agenttığınıñ ülttyq statistika bürosy. URL: <https://www.stat.gov.kz/> (ötiniş berilgen kün: 21.11.2024). (In Kazakh).
- 15 Bhadra P., Chakrabort, S., Saha S. (2023) Cognitive IoT Meets Robotic Process Automation: The Unique Convergence Revolutionizing Digital Transformation in the Industry 4.0 Era. In *Confluence of Artificial Intelligence and Robotic Process Automation*. Singapore: Springer Nature Singapore, pp. 355–388. (In English).

ОРЫНБЕТ П.Ж.,*¹

PhD., ассоц. профессор-исследователь.

*e-mail: perizat.orynbet@mail.ru

ORCID ID: 0000-0001-5442-7913

РАЗАКОВА Д.И.,¹

к.э.н., PhD, ассоциированный профессор.

e-mail: d.razakova@turau.edu.kz

ORCID ID: 0000-0003-2595-8971

¹Университет «Туран»,

г. Алматы, Казахстан

РАЗВИТИЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОЙ ИНДУСТРИИ КАЗАХСТАНА И МИРОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

Аннотация

Развитие индустрии робототехники в Казахстане является важным фактором в промышленной модернизации и экономическом росте страны. Тем не менее Казахстан отстает от глобальных лидеров в области принятия роботов, плотности автоматизации и производства домашних робототехников. В этом исследовании рассматриваются проблемы, тенденции и решения для развития робототехники в Казахстане, проводя

сравнения с глобальными показателями. Был проведен регрессионный анализ для оценки влияния плотности роботов, инвестиций в НИОКР, принятие искусственного интеллекта, перемещение труда и обучение STEM на производительность промышленности. Результаты показывают, что плотность роботов и инвестиции в области искусственного интеллекта значительно повышают производительность, но низкая рабочая сила STEM в Казахстане и слабые политические стимулы ограничивают рост автоматизации. Кроме того, связанное с автоматизацией перемещение труда представляет риски, что требует комплексных программ восстановления рабочей силы. Ключевые рекомендации включают в себя увеличение финансирования НИОКР в робототехнике как минимум до 1% ВВП, обеспечение налоговых льгот для инвестиций в автоматизацию, укрепление образования STEM и согласование политики робототехники с лучшими практиками. Казахстан также должен привлечь иностранные робототехники, создать правовую основу для ИИ и робототехники и разработать местную экосистему производства робототехники. Будущие исследования должны изучить долгосрочные последствия рынка труда на автоматизацию, анализ затрат и выгод инвестиций в робототехнику, промышленную автоматизацию, управляемую искусственным интеллектом, и проблемы с инфраструктурой. Внедряя стратегическую политику, Казахстан может ускорить принятие робототехники, повысить производительность промышленности и интегрироваться в глобальную высокотехнологичную экономику.

Ключевые слова: индустрия робототехники, экономика, автоматизация и ИИ, промышленность 4.0, промышленная производительность, рабочая сила STEM, стратегия цифровизации.

ORYNBET P.ZH.,*¹

PhD., Associate Research Professor.

*e-mail: perizat.orynbet@mail.ru

ORCID ID: 0000-0001-5442-7913

RAZAKOVA D.I.,¹

Candidate of Economics, PhD, Associate Professor.

e-mail: d.razakova@turan-edu.kz

ORCID ID: 0000-0003-2595-8971

¹Turan University,

Almaty, Kazakhstan

DEVELOPMENT OF THE ROBOTICS INDUSTRY OF KAZAKHSTAN AND GLOBAL TRENDS: PROBLEMS AND SOLUTIONS

Abstract

The development of the robotics industry in Kazakhstan is an essential factor in the country's industrial modernization and economic growth. However, Kazakhstan lags behind global leaders in robot adoption, automation density, and domestic robotics manufacturing. This study examines the challenges, trends, and solutions for robotics development in Kazakhstan, drawing comparisons with global benchmarks. A regression analysis was conducted to assess the impact of robot density, R&D investment, AI adoption, labor displacement, and STEM education on industrial productivity. The results indicate that robot density and AI investments significantly boost productivity, but Kazakhstan's low STEM workforce and weak policy incentives limit automation growth. Additionally, automation-related labor displacement poses risks, necessitating comprehensive workforce reskilling programs. Key recommendations include increasing robotics R&D funding to at least 1% of GDP, providing tax incentives for automation investments, strengthening STEM education, and aligning robotics policies with global best practices. Kazakhstan must also attract foreign robotics firms, establish a legal framework for AI and robotics, and develop a local robotics manufacturing ecosystem. Future research should explore the long-term labor market effects of automation, cost-benefit analyses of robotics investments, AI-driven industrial automation, and infrastructure challenges. By implementing strategic policies, Kazakhstan can accelerate robotics adoption, enhance industrial productivity, and integrate into the global high-tech economy.

Key words: Robotics Industry, Economy, Automation and AI, Industry 4.0, Industrial Productivity, STEM Workforce, Digitalization Strategy.

Мақаланың редакцияға түскен күні: 18.03.2025