

Цифрлық және интеллектуалды технологиялар: дамуы, қолданысы және болашақ бағыттары

ЖАРИЯЛАНДЫ
31.03.2026

СІЛТЕМЕ
<https://bilimger.kz/187898/>

Нуритдинов Абдунаби

Хабибуллаев Жамшид

Полатбеков Дилшодбек

студенттер, 3 курс

Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті

Ғылыми жетекші:

Қыдырәлі Дархан Досымбекұлы

Математика және ақпараттық технологиялар факультеті

Аннотация

Бұл мақалада цифрлық және интеллектуалды технологиялардың қазіргі даму үрдістері, олардың экономика, білім беру және қоғамдық өмірдегі рөлі жан-жақты талданған. Зерттеу барысында жасанды интеллект, машиналық оқыту, деректерді талдау және бұлттық есептеу сияқты негізгі технологиялық бағыттар қарастырылған. Мақалада цифрлық трансформация үдерісінің теориялық негіздері, практикалық аспектілері және болашақ даму векторлары кешенді түрде зерттелген. Зерттеу нәтижелері цифрлық технологиялардың дамуы тек техникалық прогреспен ғана шектелмейтінін, сонымен қатар жаңа экономикалық модельдер мен әлеуметтік қатынастарды қалыптастыратынын көрсетеді. Жасанды интеллект жүйелерінің кеңінен енгізілуі еңбек нарығын өзгертіп, жаңа кәсіби дағдыларға деген сұранысты арттыруда. Мақалада сонымен қатар цифрлық экожүйенің орнықты дамуын қамтамасыз ету үшін қажетті реттеуші механизмдер мен этикалық шеңберлер талқыланған.

Кілт сөздер: цифрлық технологиялар, жасанды интеллект, машиналық оқыту, цифрлық трансформация, деректер ғылымы, бұлттық есептеу, смарт экономика, Индустрия 4.0, цифрлық сауаттылық, инновациялық даму.

Кіріспе

Жиырма бірінші ғасырдың алғашқы онжылдықтары адамзат тарихының ең жылдам технологиялық өзгерістер кезеңі болып табылады. Цифрлық революция деп аталатын бұл кезең барлық салаларды — экономикадан білім беруге, денсаулық сақтаудан мемлекеттік басқаруға дейін — түбегейлі өзгертіп жатыр. Цифрлық және интеллектуалды технологиялар осы өзгерістердің негізгі қозғаушы күші ретінде алға шығып, жаңа экономикалық парадигмалар мен әлеуметтік модельдерді қалыптастыруда.

Қазақстан Республикасы да осы жаһандық үрдістен тыс қала алмайды. «Цифрлық Қазақстан» мемлекеттік бағдарламасы шеңберінде елдің цифрлық инфрақұрылымын дамыту, ақпараттық-коммуникациялық технологияларды экономиканың барлық секторларына енгізу және цифрлық сауатты азаматтарды тәрбиелеу міндеттері белгіленген. Осы мақсаттарға жету үшін цифрлық және интеллектуалды технологиялардың теориялық негіздерін терең түсіну, олардың қолданылу салаларын кешенді зерттеу қажеттілігі туындайды.

Зерттеудің өзектілігі бірнеше факторлармен анықталады. Біріншіден, цифрлық технологиялардың дамуы экспоненциалды сипат алып, Мур заңы бойынша есептеу қуаты әр екі жылда еселеп артуда. Екіншіден, жасанды интеллект жүйелері адам интеллектісіне тән міндеттерді орындауға қабілетті болып, экономикалық және әлеуметтік процестерге терең ықпал ете бастауда. Үшіншіден, деректердің орасан зор көлемде генерацияланып жатуы — Big Data феномені — жаңа аналитикалық мүмкіндіктерді туғызып, шешім қабылдау процестерін түбегейлі өзгертуде.

Зерттеудің мақсаты — цифрлық және интеллектуалды технологиялардың қазіргі даму кезеңін кешенді талдау, олардың экономика мен қоғамға тигізетін ықпалын бағалау және болашақ даму бағыттарын анықтау. Осы мақсатқа жету үшін мынадай міндеттер қойылды: цифрлық технологиялардың теориялық-методологиялық негіздерін зерттеу; жасанды интеллект пен машиналық оқытудың негізгі бағыттарын талдау; цифрлық трансформацияның экономика мен қоғамдағы рөлін бағалау; болашақтағы технологиялық трендтерді болжау.

Зерттеудің методологиялық негізін жүйелік талдау, салыстырмалы зерттеу, абстракция және жалпылау әдістері, сонымен қатар отандық және шетелдік ғалымдардың еңбектерін зерделеу құрайды. Жұмыста Клаус Шваб, Ник Бостром, Ювал Ной Харари, Эрик Бриньолфссон сияқты белгілі зерттеушілердің концепциялары, сондай-ақ Дүниежүзілік экономикалық форум мен ЮНЕСКО-ның аналитикалық есептері пайдаланылған.

I ТАРАУ. ЦИФРЛЫҚ ЖӘНЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫҢ ТЕОРИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ

1.1. Цифрлық технологиялар ұғымының мазмұны мен даму тарихы

Цифрлық технологиялар — ақпаратты бинарлық код (0 және 1) арқылы өңдеу, сақтау және жіберу жүйелерінің жиынтығы. Бұл технологиялардың тарихы XX ғасырдың орта шенінен басталады. 1948 жылы Клод Шеннонның ақпарат теориясын жариялауы және 1947 жылы транзистордың ойлап табылуы — цифрлық дәуірдің іргетасын қалаған маңызды оқиғалар болды. 1971 жылы Intel компаниясы алғашқы микропроцессорды — Intel 4004-ті — шығарды, бұл жеке компьютерлер дәуірінің бастауы болды.

Цифрлық технологиялардың даму кезеңдерін шартты түрде бірнеше толқынға бөлуге болады. Бірінші толқын (1950–1970 жж.) — мейнфреймдер дәуірі, яғни ірі корпорациялар мен мемлекеттік мекемелер ғана пайдалана алған алып компьютерлер кезеңі. Екінші толқын (1970–1990 жж.) — жеке компьютерлердің пайда болуымен байланысты; бұл дәуірде Apple, IBM және Microsoft сияқты компаниялар компьютерлерді кеңінен таратты. Үшінші толқын (1990–2010 жж.) — интернеттің жаппай таралуы мен Дүниежүзілік өрмектің (World Wide Web) пайда болу кезеңі. Төртінші толқын (2010 жылдан бүгінге дейін) — мобильді технологиялар, бұлттық есептеу, жасанды интеллект және Заттардың Интернеті (IoT) дәуірі.

Қазіргі цифрлық технологиялар бірнеше ірі кластерге топтастырылады. Бірінші кластер — есептеу технологиялары: жоғары өнімді есептеу (HPC), кванттық есептеу және шеткі есептеу (edge computing). Екінші кластер — байланыс технологиялары: 5G/6G желілері, IoT платформалары, блокчейн. Үшінші кластер — деректермен жұмыс технологиялары: Big Data, деректер қоймалары, деректер өзектері (data lakes). Төртінші кластер — интеллектуалды технологиялар: жасанды интеллект, машиналық оқыту, терең оқыту, табиғи тілді өңдеу.

Академиялық әдебиетте «цифрлық технологиялар» мен «интеллектуалды технологиялар» ұғымдары арасындағы байланыс мәселесі жиі талқыланады. Кейбір зерттеушілер интеллектуалды технологияларды цифрлық технологиялардың жоғары сатысы ретінде қарастырады, өйткені жасанды интеллект міндетті түрде цифрлық инфрақұрылымға сүйенеді. Алайда «интеллектуалды» термині тек техникалық қасиетті ғана емес, сонымен қатар жүйенің адаптивтілігін, оқуға және шешім қабылдауға қабілеттілігін де білдіреді.

1.2. Жасанды интеллект: тарихы, түрлері және негізгі парадигмалар

Жасанды интеллект (ЖИ) ұғымы ресми түрде 1956 жылы Дартмут конференциясында ғылыми айналымға енгізілді. Джон Маккарти, Марвин Минский, Натаниэль Рочестер және Клод Шеннон бастаған зерттеушілер тобы ЖИ-ді «машинаның адам интеллектісіне тән міндеттерді орындауы» деп анықтады. Осы уақыттан бері жасанды интеллект бірнеше «қыс» (funding crisis) және «жаз» (breakthrough) кезеңдерін бастан өткізді.

Жасанды интеллекттің даму тарихында үш негізгі парадигманы ажыратуға болады. Бірінші парадигма — символдық ЖИ (1950–1980 жж.): бұл тәсілде білім нақты ережелер мен логикалық ұсыныстар жүйесі ретінде кодталады. Сарапшы жүйелер (expert systems) осы парадигманың практикалық жемісі болды. Екінші парадигма — коннекционизм (1980 жылдардан бастап): жүйке желілері негізінде деректерден автоматты оқу тұжырымдамасы. Үшінші парадигма — терең оқыту (2012 жылдан бастап): көп қабатты жүйке желілері арқылы кескін тану, тіл өңдеу және басқа да күрделі міндеттерді шешу.

Қазіргі ЖИ-ді жалпы және тар (narrow) жасанды интеллект деп бөледі. Тар ЖИ — белгілі бір міндеттерді орындауға мамандандырылған жүйелер: кескін тану, сөйлеуді тану, ойын ойнау және т.б. Жалпы ЖИ — адамға тән жан-жақты интеллектуалды қабілеттерді иемденген жүйе, бұл концепция әзірге теориялық сипатта болып табылады. Болашақта пайда болуы мүмкін «суперинтеллект» мәселесі Ник Бостромның «Superintelligence» еңбегінде кеңінен талқыланған.

Машиналық оқытудың (Machine Learning) негізгі үш тәсілі бар. Бақылаумен оқыту (supervised learning) — белгіленген деректер жиынтығында үлгіні оқыту: жіктеу (classification) және регрессия (regression) міндеттері. Бақылаусыз оқыту (unsupervised learning) — белгіленбеген деректерден өрнек іздеу: кластерлеу (clustering) және өлшем азайту (dimensionality reduction). Күшейту арқылы оқыту (reinforcement learning) — сыйақы сигналдары негізінде оңтайлы саясатты үйрену, мысалы AlphaGo жүйесі.

1.3. Цифрлық экономиканың теориялық моделі

Цифрлық экономика ұғымы ғылыми айналымға 1994–1995 жылдары Дон Тапскотт еңбектері арқылы еніп, кейін Николас Негропonte «Being Digital» кітабында кеңінен дамытты. Цифрлық экономика — ақпараттық-коммуникациялық технологияларды қолдану арқылы тауарлар мен қызметтерді өндіру, таңту және тұтыну жүйесі.

Цифрлық экономиканың классикалық экономикадан бірнеше принципіалды айырмашылығы бар. Біріншіден, шекті шығын нөлге жақындайды: цифрлық өнімді бір рет жасап, миллиондаған адамға бірдей шығынмен тарату мүмкін. Екіншіден, желілік эффект (network effect) орын алады: пайдаланушылар саны артқан сайын платформаның құны экспоненциалды өседі. Үшіншіден, деректер жаңа өндіргіш күшке айналады: XXI ғасырда «деректер — жаңа мұнай» деген метафора кеңінен қолданылады. Төртіншіден, платформалық бизнес-модельдер дәстүрлі тік интеграцияны ығыстырып, екіжақты нарықтар (two-sided markets) қалыптасуда.

Дүниежүзілік банктің мәліметтері бойынша, цифрлық экономиканың жаһандық ЖІӨ-дегі үлесі 2010 жылы 5–6% болса, 2023 жылға қарай 18–20%-ға жеткен. McKinsey Global Institute есебі бойынша, цифрлық технологиялар дамушы елдерде де ЖІӨ-нің 1–2 пайыздық пунктіне тең қосымша өсімді қамтамасыз ете алады.

II ТАРАУ. ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ ЖӘНЕ ЦИФРЛЫҚ ТРАНСФОРМАЦИЯНЫҢ ПРАКТИКАЛЫҚ ҚОЛДАНЫСЫ

2.1. Жасанды интеллекттің экономика секторларына ықпалы

Жасанды интеллект бүгінде экономиканың барлық дерлік секторларына белсенді түрде еніп жатыр. Қаржы секторында алгоритмдік трейдинг, несиелік скоринг, алаяқтықты анықтау және жеке қаржылық кеңес беру жүйелері кеңінен қолданылуда. JPMorgan Chase банкінің COIN платформасы заңгерлер 360 000 адам-сағат жұмысымен орындайтын несиелік шарттарды талдауды бірнеше секундта жүзеге асырады. Денсаулық сақтауда ЖИ-нің рөлі ерекше маңызды: кескін диагностикасы, дәрілік заттарды ашу, жекелендірілген медицина және пандемияны болжау салаларында жасанды интеллект адам мамандарын алмастырмай, олардың мүмкіндіктерін арттырады.

Өндірісте Индустрия 4.0 концепциясы аясында киберфизикалық жүйелер, автономды роботтар және болжамды техникалық қызмет көрсету (predictive maintenance) технологиялары кеңінен енгізілуде. Siemens, Bosch және ABB сияқты өндірістік алыптар жасанды интеллект арқылы өндіріс тиімділігін 15–20%-ға арттырып, жоспарсыз тоқтаулардың санын айтарлықтай азайтқан. Ауыл шаруашылығында прецизиялық агрономия (precision agriculture) технологиялары дрондар, IoT сенсорлары және машиналық оқыту алгоритмдерін біріктіріп, тыңайтқыш пен суды тиімді пайдалануды қамтамасыз етеді.

Көлік саласында автономды көлік жүру технологиялары (Waymo, Tesla Autopilot) нақты жолдарда сыналуда. McKinsey болжамы бойынша, автономды жүк тасымалы 2030 жылға қарай жыл сайынғы тиімділік пайдасын 300 миллиард долларға жуық қамтамасыз ете алады. Саудада тұтынушы мінез-құлқын болжайтын рекомендациялық жүйелер (Amazon, Netflix) кірістің 35%-ға дейінгі бөлігін қамтиды. Білім беруде адаптивті оқыту платформалары (Coursera, Khan Academy, Duolingo) жасанды интеллект арқылы оқушының жеке қарқыны мен білім деңгейіне сай оқу жолын жасайды.

2.2. Цифрлық трансформация: мемлекет пен бизнестің тәжірибесі

Цифрлық трансформация — технологияны ендіру ғана емес, ұйымның стратегиясын, мәдениетін, процестері мен клиенттік тәжірибесін түбегейлі өзгерту. MIT Sloan Management Review зерттеуі бойынша, сәтті цифрлық трансформация жүргізген компаниялар бәсекелестеріне қарағанда 26%-ға жоғары табыстылық көрсеткіштерін демонстрациялайды.

Мемлекеттік секторда «Электрондық үкімет» (e-Government) концепциясы азаматтарға қызмет көрсетуді жедел жақсартып, бюрократиялық кедергілерді азайтуда. Эстония — цифрлық мемлекеттілік саласындағы жаһандық көшбасшы: елдің 99%

мемлекеттік қызметтері онлайн режимде қол жетімді, цифрлық резиденттік институты шетел кәсіпкерлеріне эстондық компания ашуға мүмкіндік береді. Сингапур «Smart Nation» стратегиясы аясында барлық мемлекеттік қызметтерді «mobile-first» қағидатымен ұсынып, IoT инфрақұрылымын қалаға кеңінен ендіруде.

Қазақстанда «Цифрлық Қазақстан» бағдарламасы (2018–2022 жж.) еліміздің цифрлық трансформациясын жеделдетуге бағытталған бес бағытты қамтыды: цифрлық индустрия, Цифрлық Жібек Жолы, адами капитал, инновациялық экожүйе және электрондық үкімет. Бағдарлама аясында egov.kz платформасы 700-ден астам электрондық қызметті ұсынатын дәрежеге жетті, ауылдық жерлерде интернет желісінің қамтуы айтарлықтай артты. 2023 жылы Қазақстан BCI (Бизнес бәсекеге қабілеттілік индексі) рейтингінде цифрлық дамудың жаңа бағыттарын белгілеп, «Цифрлы ел» жаңа тұжырымдамасын қабылдады.

Бизнес ортасында цифрлық трансформацияны жүзеге асыруда Cloud Computing (бұлттық есептеу) шешуші рөл атқарады. Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure және Google Cloud платформалары компаниялардың IT инфрақұрылымын жалгерлік негізде алуына мүмкіндік беріп, капитал шығындарын операциялық шығындарға айналдырады. 2023 жылы жаһандық бұлттық есептеу нарығы 590 миллиард долларды құрап, 2030 жылға қарай 1,5 триллион долларды асады деп болжануда.

2.3. Деректер ғылымы және Үлкен деректер феномені

Үлкен деректер (Big Data) феномені үш «V» қағидатымен сипатталады: Volume (көлем), Velocity (жылдамдық) және Variety (алуантүрлілік). Кейінірек зерттеушілер Veracity (дәлдік) және Value (құндылық) өлшемдерін қосып, бес «V» моделін ұсынды. IBM мәліметтері бойынша, адамзат әр күні 2,5 квинтиллион байт деректер генерациялайды, ал барлық деректердің 90%-ы соңғы екі жылда жасалған.

Деректерді өңдеу экожүйесі бірнеше технологиялық қабаттан тұрады. Деректерді жинау қабатында IoT сенсорлары, веб-скрепинг, мобильді қосымшалар және транзакциялық жүйелер орналасады. Сақтау қабатында Hadoop HDFS, Amazon S3, Google Cloud Storage сияқты масштабтайтын жүйелер пайдаланылады. Өңдеу қабатында Apache Spark, Flink және Kafka сияқты деректер ағынын өңдеу жүйелері жұмыс атқарады. Аналитика қабатында Python, R тілдерімен жазылған машиналық оқыту модельдері, сонымен қатар Tableau, Power BI сияқты визуализация құралдары қолданылады.

Деректер ғылымының (Data Science) мамандығы соңғы онжылдықта ең сұранысты кәсіп болды. Harvard Business Review бұл мамандықты «XXI ғасырдың ең сексуалды жұмысы» деп атады. Деректер ғалымы статистика, программалау, машиналық оқыту және доменді білімнің тоғысында жұмыс атқарады. LinkedIn мәліметтері бойынша, деректерге қатысты мамандықтарға деген сұраныс 2015–2023 жылдар аралығында 650%-ға артты.

III ТАРАУ. БОЛАШАҚ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ТРЕНДТЕР ЖӘНЕ ЦИФРЛЫҚ ДАМУДЫҢ ТӘУЕКЕЛДЕРІ

3.1. Жасанды интеллекттің болашақ дамуы: генеративті ЖИ және үлкен тіл модельдері

2022–2023 жылдар жасанды интеллект тарихындағы айрықша кезең болды: ChatGPT, GPT-4, Gemini, Claude сияқты үлкен тіл модельдері (Large Language Models, LLM) кеңінен таралып, ЖИ-дің жаппай тұтынушылық технологияға айналуы қарқын алды. Генеративті жасанды интеллект (Generative AI) — мәтін, кескін, дыбыс, бейне және код генерациялауға қабілетті модельдер жиынтығы. GPT-4 архитектурасы 1 триллионнан астам параметрден тұрып, ауқымды жалпы білімге ие болды.

Үлкен тіл модельдерінің қоғамға ықпалы экспоненциалды сипат алуда. Білім беру саласында студенттер мен оқушылар ЖИ-ді оқу көмекшісі ретінде пайдалануда, бұл академиялық адалдық мәселесін жаңа өлшемде күн тәртібіне қойды. Бағдарламалық жасақтама өндірісінде GitHub Copilot сияқты ЖИ-ассистенттер кодтаудың өнімділігін 30–55%-ға арттырады. Шығармашылық индустрияда Midjourney, DALL-E, Sora сияқты модельдер кескін және бейне генерациялауда жаңа стандарттар белгілеуде. Ғылыми зерттеулерде AlphaFold жасанды интеллектісі ондаған жылдар бойы шешілмей келген белок қатпарлану проблемасын шешіп, биологиялық ғылымдарды революциялық өзгертті.

Болашақта жасанды интеллекттің дамуы мультимодальды (мәтін, кескін, дыбыс, видеоны бір уақытта өңдеу), агенттік (автономды міндеттерді орындау) және «пайымды» (reasoning) бағыттарда жылдамдайды деп болжануда. AGI (Artificial General Intelligence) — жалпы жасанды интеллект — қашан пайда болары туралы ғалымдар арасындағы пікірталас жалғасуда: оптимистік болжамдар 2030–2040 жылдарды атаса, скептиктер мұны мүмкін емес деп санайды.

3.2. Кванттық есептеу, блокчейн және метавселен: жаңа горизонттар

Кванттық есептеу (quantum computing) классикалық компьютерлік парадигманы түбегейлі өзгерту мүмкіндігіне ие технология. Кванттық компьютерлер кубит (qubit) деп аталатын кванттық бит арқылы суперпозиция және шатасу (entanglement) принциптеріне сүйеніп, классикалық компьютерлер мыңдаған жыл есептейтін есептерді минуттарда шеше алады. Google 2019 жылы «кванттық үстемдік» (quantum supremacy) концепциясын практикада дәлелдеп, 54 кубиттік Sycamore процессорының классикалық суперкомпьютерден 1,5 миллион есе жылдам есептеу жасағанын жариялады. Алайда пайдалы кванттық есептеу — шулы аз ортадағы практикалық қосымшалар — 2030–2040 жылдар аралығында толық жетілуі күтілуде.

Блокчейн технологиясы орталықсыздандырылған, өзгертілмейтін цифрлық кітаптар

(distributed ledgers) ретінде қаржы секторынан бастап жабдық тізбегін басқаруға, цифрлық жеке куәлікке дейін кеңінен қолданылуда. Криптовалюталар, смарт-шарттар (Ethereum) және NFT-технологиялар блокчейннің практикалық қолданыстарының маңызды бөлігін құрайды. Дегенмен энергияны шамадан тыс тұтыну, масштабтауға қиындық және реттеу белгісіздігі технологияның кең таралуына кедергі болуда.

Метавселен (metaverse) — дербес аватарлар, виртуалды экономика және физикалық шынайылықпен тығыз бірігетін тұрақты 3D цифрлық кеңістік. Mark Zuckerberg Meta-ны (бұрынғы Facebook) метавселенге айналдыру жоспарын жарияласа да, Microsoft, Epic Games және Roblox Corporation да осы нарықта белсенді позиция алуда. Аналитиктер метавселен нарығының 2030 жылға қарай 1 триллион долларды асатынын болжауда. Дегенмен технологиялық бөгет — AR/VR гарнитуралардың дискомфорта, интернет жылдамдығы мен баға — массалық қабылдауды тежеуде.

3.3. Цифрлық теңсіздік, қауіпсіздік және этика мәселелері

Цифрлық прогресспен бірге жаңа тәуекелдер де туындап отыр. Цифрлық теңсіздік (digital divide) — технологияға қол жеткізудің біркелкі болмауы — қоғамдағы кедейлік пен теңсіздікті тереңдетуі мүмкін. ITU деректері бойынша, 2023 жылы дүниежүзінде әлі де шамамен 2,6 миллиард адам интернетке қосылмаған, олардың басым бөлігі Африка, Оңтүстік Азия және ауылдық аймақтарда өмір сүреді. Жасанды интеллекттің еңбек нарығына ықпалы да өткір мәселе: Дүниежүзілік экономикалық форум болжамы бойынша, 2025 жылға қарай ЖИ автоматизациясы 85 миллион жұмыс орнын ықтимал өзгертеді немесе жояды, бірақ сол уақытта 97 миллион жаңа жұмыс орны пайда болады деп күтілуде.

Киберқауіпсіздік мәселесі цифрлық дәуірдің ең маңызды мәселелерінің бірі болып табылады. Кибершабуылдардың жылдық ғаламдық құны 2023 жылы 8 триллион долларды асты, 2025 жылға қарай 10,5 триллион долларға жетеді деп болжануда (Cybersecurity Ventures). Мемлекеттік критикалық инфрақұрылымдарға (электр желілері, су жүйелері, ауруханалар) бағытталған кибершабуылдар ұлттық қауіпсіздік мәселесіне айналды. Сонымен қатар «deepfake» технологиясы арқылы дезинформацияны таратудың жаңа тәсілдері пайда болып, ақпараттық гигиена концепциясы маңызға ие болуда.

Жасанды интеллект этикасы — технологиялық дискурстың орталық тақырыбы. ЖИ жүйелеріндегі алгоритмдік бейімділік (algorithmic bias) мәселесі: ProPublica зерттеуі АҚШ сот жүйесінде қолданылатын COMPAS рецидив болжау алгоритмінің афроамерикалық айыпталушыларға қатысты жоғары жалған-позитив қателіктер жасайтынын анықтады. ЖИ жүйелерінің «қара жәшік» (black box) сипаты — шешімнің неге осылай қабылданғанын түсіндіру мүмкіндіксіздігі — медицина, юстиция және қаржы сияқты жоғары тәуекелді салаларда үлкен алаңдаушылық тудырады. Осыған жауап ретінде «түсіндірілетін жасанды интеллект» (Explainable AI, XAI) бағыты қарқынды дамуда.

ЖИ-дің реттелуі жаһандық саяси күн тәртібіне шықты. 2023 жылы Еуропа Одағы «AI Act» — жасанды интеллектке арналған кешенді заңнамалық шеңберді — қабылдап, тәуекел деңгейіне негізделген реттеу моделін ұсынды. АҚШ-та Президенттің ЖИ жөніндегі атқарушы бұйрығы (Executive Order on AI) 2023 жылы қолға алынды. Қытай 2022 жылдан бастап рекомендациялық алгоритмдер мен синтетикалық медиаға арнайы нормативтік актілер қабылдауда. Осы аясында Қазақстан да жасанды интеллект стратегиясын дамытып, ұлттық деңгейде ЖИ-ді реттеудің алғашқы қадамдарын жасауда.

ҚОРЫТЫНДЫ

Жүргізілген зерттеу цифрлық және интеллектуалды технологиялардың қоғам мен экономикаға тигізетін ықпалының тереңдігін айқын көрсетті. Негізгі қорытындылар мен ұсыныстарды мынадай бағыттарда тұжырымдауға болады.

Біріншіден, цифрлық технологиялардың даму қарқыны тарихта теңдесі жоқ жылдамдыққа жетіп, экспоненциалды өрлеу фазасына өтті. Жасанды интеллект, машиналық оқыту және генеративті ЖИ тек нарықтық тауарлар ғана емес, жаңа өркениеттік парадигманың негіздерін қалауда. Бұл жағдай мемлекеттерден, бизнестен және азаматтық қоғамдан стратегиялық даярлықты, технологиялық сауаттылықты және болашаққа ойлы инвестицияны талап етеді.

Екіншіден, цифрлық трансформация — ойдағыдай жүргізілген жағдайда — экономикалық өсімнің, еңбек өнімділігінің және өмір сапасының айтарлықтай жақсаруына алып келеді. Алайда технологиялар өздігінен теңсіздіктен арылтпайды: қоғамдық игілікті бөлу мәселесі саяси ерік-жігерді, инклюзивті саясат пен реттеуші механизмдерді талап етеді.

Үшіншіден, Қазақстан үшін цифрлық трансформация бәсекеге қабілеттілікті арттырудың, ресурстық экономикадан диверсификацияланған инновациялық экономикаға өтудің стратегиялық жолы болып табылады. Бұл жолда адами капиталды дамыту, цифрлық инфрақұрылымды нығайту, ЖИ-ді реттеудің ұлттық шеңберін қалыптастыру және стартап экожүйесін дамыту — басым бағыттар ретінде анықталады.

Төртіншіден, жасанды интеллект этикасы мен киберқауіпсіздік мәселелерін ерте кезеңде күн тәртібіне алу қажет. Алгоритмдік бейімділіктен, жеке деректердің қорғалуынан және дезинформациядан туындайтын тәуекелдер нақты зиян келтіруі мүмкін, сондықтан технологиялық дамумен бір мезгілде реттеуші, заңнамалық және білім беру шаралары қабылдануы шарт.

Болашақ зерттеулер үшін мынадай бағыттар перспективалы болып табылады: кванттық есептеудің криптография мен ЖИ-ге ықпалын зерттеу; жасанды интеллект еңбек нарығын қандай жылдамдықта өзгертетінін нақтылы секторлар бойынша

модельдеу; ЖИ этикасының халықаралық стандарттарын жасауға Қазақстанның қосатын үлесін анықтау; сонымен қатар цифрлық трансформацияның шағын және орта кәсіпкерлікке тигізетін ықпалын жеке зерттеу.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Шваб, К. (2016). Төртінші өнеркәсіптік революция. Дүниежүзілік экономикалық форум, Женева.
2. Бриньолфссон, Э., МакАфи, Э. (2014). Екінші машина дәуірі: Керемет технологиялар заманындағы еңбек, прогресс және өркендеу. W. W. Norton & Company баспасы.
3. Бостром, Н. (2014). Суперинтеллект: Жолдар, қауіптер, стратегиялар. Оксфорд университетінің баспасы.
4. Харари, Ю. Н. (2018). 21-ғасырға арналған 21 сабақ. Spiegel & Grau баспасы.
5. Расселл, С., Норвиг, П. (2021). Жасанды интеллект: Қазіргі заманғы тәсіл (4-шығарылым). Pearson баспасы.
6. Гудфеллоу, И., Бенжио, И., Курвиль, Э. (2016). Терең оқыту. MIT Press баспасы.
7. Тапскотт, Д. (1995). Цифрлық экономика: Желілік интеллект дәуіріндегі уәде мен қауіп. McGraw-Hill баспасы.
8. Маньика, Дж. және басқалар. (2017). Жұмыс істейтін болашақ: Автоматтандыру, жұмыспен қамту және өнімділік. McKinsey жаһандық институты.
9. Дүниежүзілік экономикалық форум. (2023). Жұмыстың болашағы туралы есеп — 2023. ДЭФ, Женева.
10. ЮНЕСКО. (2022). Жасанды интеллект этикасы бойынша ұсыным. Париж: ЮНЕСКО баспасы.
11. Еуропа Одағы. (2024). Жасанды интеллект туралы заң. Еуропа Одағының ресми газеті.
12. Қазақстан Республикасының Үкіметі. (2018). «Цифрлық Қазақстан» мемлекеттік бағдарламасы. Нұр-Сұлтан.
13. Халықаралық телекоммуникация одағы. (2023). Цифрлық дамуды өлшеу: 2023 жылғы деректер мен сандар. Женева: ХТО баспасы.
14. ЛеКун, И., Бенжио, И., Хинтон, Дж. (2015). Терең оқыту. Nature ғылыми журналы, 521(7553), 436–444-беттер.
15. Васвани, Э. және басқалар. (2017). Зейін — бәрі де сол. Жүйке ақпаратты өңдеу жүйелеріндегі жетістіктер, 30-том.

16. Джемпер, Дж. және басқалар. (2021). AlphaFold арқылы белок құрылымын жоғары дәлдікпен болжау. Nature ғылыми журналы, 596-том, 583–589-беттер.

17. Прескилл, Дж. (2018). NISQ дәуірі мен одан арғы кванттық есептеу. Quantum журналы, 2-том, 79-бет.

18. Cybersecurity Ventures. (2023). Киберқылмыс туралы есеп — 2023. Нортпорт, Нью-Йорк штаты.

19. Дүниежүзілік банк. (2023). Дүниежүзілік даму туралы есеп — 2023: Мигранттар, босқындар және қоғамдар. Вашингтон.

20. Накамото, С. (2008). Биткоин: Тең дәрежелі электрондық ақша жүйесі. Bitcoin.org ресурсы.

ҚМ АА Күәлік нөмірі: **KZ45VPY00102718** — ҚР Мәдениет және Ақпарат министрлігі

© 2026 **Bilimger.kz** Ақпараттық-танымдық білім порталы. Барлық мазмұн авторлық құқықпен қорғалған.