Critical review of the properties of MgO – magnesium carbonate cements. *Cement and Concrete Research,* 200, 108092. DOI: https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2025.108092 [Electronic resource]: URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0008884625003114 (date of access: 11.01.2026).

Fei J., Mingshan Z., Maochun X., Liwu M. (2024) Maximising the benefits of calcium carbonate in sustainable cements: opportunities and challenges associate d with alkaline waste carbonation. *Materials Sustainability,* 2, 1. DOI: https://doi.org/10.1038/s44296-024-00005-z [Electronic resource]: URL: https://www.nature.com/articles/s44296-024-00005-z#Abs1 (date of access: 11.01.2026).

Поступила в редакцию: 10.02.2026
Одобрена: 31.03.2026
Первая публикация: 26.06.2026

МРНТИ: 76.01.11 https://doi.org/10.65247/3136-8042-2026-3.02

ФАРМАЦЕВТИКАЛЫҚ ТӘЖІРИБЕДЕ ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТІНІ ҚОЛДАНУДЫҢ ЭТИКАЛЫҚ, ҚҰҚЫҚТЫҚ ЖӘНЕ ЭКОНОМИКАЛЫҚ АСПЕКТІЛЕРІ

*[1]*А.ӘБДІӘКІМ, [1]М.И.ТЛЕУБАЕВА*
[1]С.Ж.Асфендияров атындағы Қазақ ұлттық медицина университеті
**aaksaule39@gmail.com, tleubayeva.m@kaznmu.kz*

Аңдатпа. Бұл мақалада тиісті фармацевтикалық тәжірибеде жасанды интеллектіні (ЖИ) қолданудың негізгі бағыттары қарастырылып, оның этикалық, құқықтық және экономикалық аспектілері талданады. Денсаулық сақтау мен фармацевтикалық қызметте ЖИ технологияларының қарқынды дамуы мен енгізілуі туралы мәліметтер қарастырылады. ЖИ дәрілік терапияны жекешелендіру, дәрілік заттардың қауіпсіздігін бақылау және фармацевт жұмысының тиімділігін арттыруда жаңа мүмкіндіктер береді. Дегенмен, пациент деректерінің құпиялығын сақтау, алгоритмдер қателігі үшін жауапкершілікті бөлу, құқықтық реттеу мәселелері туындайды. Сонымен қатар, ЖИ енгізудің экономикалық тиімділігі жоғары болғанымен, бастапқы инвестиция мен кадрларды даярлау шығындары қосымша кедергілер тудырады. Мақалада халықаралық тәжірибелер қарастырылады. Қазақстан Республикасының тұрақты даму мақсаттары аясында цифрлық трансформацияның, соның ішінде жасанды интеллектіні дамытудың стратегиялық маңызы атап өтіледі.
Түйін сөздер: жасанды интеллект, фармацевтикалық тәжірибе, этика, құқық, экономика, денсаулық сақтау.

Этические, правовые и экономические аспекты применения искусственного интеллекта в фармацевтической практике

[1]А.Әбдіәкім, [1]М.И.Тлеубаева
[1]Казахский национальный медицинский университет имени С.Д.Асфендиярова (Алматы, Казахстан)

Аннотация. В данной статье рассматриваются основные направления применения искусственного интеллекта (ИИ) в надлежащей фармацевтической практике, а также анализируются его этические, правовые и экономические аспекты. Освещаются вопросы стремительного развития и внедрения технологий ИИ в сфере здравоохранения и фармацевтической деятельности. ИИ открывает новые возможности для персонализации лекарственной терапии, мониторинга безопасности лекарственных средств и повышения эффективности работы фармацевта. Вместе с тем возникают проблемы обеспечения конфиденциальности данных пациентов, распределения ответственности за ошибки алгоритмов и правового регулирования. Кроме того, несмотря на высокую экономическую эффективность внедрения ИИ, первоначальные инвестиции и затраты на подготовку кадров создают дополнительные барьеры. В статье рассматривается международный опыт. В рамках целей

устойчивого развития Республики Казахстан подчеркивается стратегическая значимость цифровой трансформации, включая развитие искусственного интеллекта.
Ключевые слова: искусственный интеллект, фармацевтическая практика, этика, право, экономика, здравоохранение.

Study of the ethical, legal and economic aspects of applying artificial intelligence in pharmaceutical practice

[1]A.Abdiakim, [1]M.I.Tleubayeva
[1]S.D.Asfendiyarov Kazakh National Medical University (Almaty, Kazakhstan)

Abstract. This article examines the main areas of application of artificial intelligence (AI) in good pharmaceutical practice and analyzes its ethical, legal, and economic aspects. The paper discusses the rapid development and implementation of AI technologies in healthcare and pharmaceutical services. AI provides new opportunities for the personalization of drug therapy, monitoring the safety of medicinal products, and improving the efficiency of pharmacists' work. However, challenges arise related to ensuring the confidentiality of patient data, allocating responsibility for algorithmic errors, and legal regulation. In addition, despite the high economic efficiency of AI implementation, initial investments and costs for personnel training pose additional barriers. The article reviews international experience. Within the framework of the sustainable development goals of the Republic of Kazakhstan, the strategic importance of digital transformation, including the development of artificial intelligence, is emphasized.
Keywords: artificial intelligence, pharmaceutical practice, ethics, law, economics, healthcare.

Кіріспе

Тиісті фармацевтикалық тәжірибеде жасанды интеллектіні қолдану - қазіргі заманғы денсаулық сақтау жүйесінің маңызды бағыттарының бірі болып табылады. Әлемдік тәжірибеде ЖИ дәрілік заттарды жобалау, клиникалық зерттеулерді жеделдету, дәріханалардағы қорларды басқару және пациенттерге кеңес беру салаларында кеңінен енгізілуде. Дегенмен, бұл үрдіс бірқатар маңызды мәселелерді де алға тартады.

Біріншіден, этикалық аспектілер: пациенттің жеке деректерін қорғау, шешім қабылдауда әділеттілік пен ашықтықты қамтамасыз ету міндетті. Екіншіден, құқықтық реттеу мәселелері маңызды: ЖИ шешімдері үшін жауапкершілікті бөлу, лицензиялау және нормативтік базаны жетілдіру өзекті болып отыр. Үшіншіден, экономикалық аспектілер де назар аударуды қажет етеді: ЖИ енгізу ұзақ мерзімді тиімділік әкелгенімен, бастапқы инвестиция, инфрақұрылым және мамандарды даярлау шығындарын талап етеді.

Осыған байланысты, фармацевтикалық тәжірибеде жасанды интеллектіні қолданудың этикалық, құқықтық және экономикалық қырларын жан-жақты зерттеу денсаулық сақтау жүйесінің тұрақты дамуын қамтамасыз ету үшін аса маңызды.

Негізгі бөлім

Фармацевтикалық тәжірибеге ЖИ енгізу үдерісі көпқырлық сипатқа ие болып, тек технологиялық жаңашылдық рөлінде ғана емес, сонымен қатар этикалық, құқықтық және экономикалық факторлардың өзара ықпалдасуы ретінде қарастырылуы тиіс. Жүргізілген шолу негізінде фармацевтикалық тәжірибеде ЖИ қолданудың бірнеше функционалдық бағыттарын айқындауға болады. Яғни, ЖИ клиникалық-аналитикалық міндеттерді шешуге, тұтынушылардың ұсынысын қанағаттандыруға, дәрілік заттарды әзірлеу жүйесін оңтайландыруға және үрдістің барлық кезеңдерін бақылауға мүмкіндік береді.

Фармацевтикалық тәжірибеде ЖИ енгізу этикалық, құқықтық және экономикалық факторлардың өзара тығыз байланысымен сипатталады. Этика қағидаттарының сақталмауы дербес медициналық деректердің қорғалмауына және алгоритмдік біржақтылықтың қалыптасуына әкелуі мүмкін, бұл өз кезегінде құқықтық жауапкершілік тәуекелдерін арттырады. Ал құқықтық реттеудің жеткіліксіздігі экономикалық шығындардың артуына

және жаңа технологияларды енгізудің баяулауына себеп болады. Сондықтан, аталған аспектілерді кешенді түрде қарастыру маңызды болып табылады.

Қазақстан Республикасында ЖИ фармацевтикалық тәжірибеге енгізу цифрлық инфрақұрылымның даму деңгейімен, нормативтік-құқықтық базаның жетілуімен байланысты. Халықаралық тәжірибемен салыстырғанда, Қазақстанда бұл үдерістің бастапқы кезеңі байқалады, алайда пилоттық жобалардың сәтті іске асуы оң үрдіс ретінде бағаланады.

Әдеби шолу

Этикалық аспектілер. Фармацевтика саласы жасанды интеллекттің (ЖИ) пайда болуына байланысты түбегейлі өзгеріп келеді. Жасанды интеллект жаңа дәрілік заттарды әзірлеу, клиникалық зерттеулер жүргізу және жалпы дәрі-дәрмектерді тарату үдерістерінде кең мүмкіндіктер ашады. Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымының (ДДҰ) баяндамасында жасанды интеллекттің жаңа үміткер молекулаларды анықтауда, сондай-ақ қазіргі таңда қолданылып жүрген, бірақ өзге ауруларды емдеу үшін қайта пайдалануға болатын дәрілік заттарды айқындауда үлкен әлеуетке ие екені атап өтіледі. Бұл өз кезегінде дәрі-дәрмектң нарыққа шығару үдерісінің уақытын қысқартып, оны анағұрлым тиімді етуге мүмкіндік береді [Raza M.A. et al., 2022]. Соңғы бес жылдың өзінде жасанды интеллектіні, соның ішінде оның маңызды тармағы - машиналық оқытуды (МО) қолдану қоғамдық дәріханаларда, ауруханa дәріханаларында және фармацевтикалық өнеркәсіпте фармацевтикалық үдерістерді айтарлықтай ілгерілетті [Simpson M.D., Qasim H.S., 2025].

Алайда жасанды интеллектіні енгізу барысында науқастардың жеке деректеріне қол жеткізу, оларды пайдалану және бақылау сынды заңсыз іс-әрекеттердің саны ұлғайды. Жекеменшік құрылымдардағы деректерді пайдалану кезінде құпиялылықтың сақталмауы байқалды. Бұл денсаулық сақтау саласындағы үлкен деректерге негізделген зерттеулерге жүйелі бақылауды күшейту қажеттігін туындатты [Murdoch B., 2021].

Ал әділдік пен қолжетімділік тұрғысынан алғанда, бірқатар зерттеулер жасанды интеллект жүйелерінің, әсіресе белгілі бір әлеуметтік-демографиялық топтарға қатысты, біржақты сипатта болуы мүмкін екенін көрсетті. Бұл - маңызды этикалық мәселе, өйткені мұндай біржақтылық тең емес қарым-қатынасқа, дербестендірілген медициналық көмекті қамтамасыз етудегі олқылықтарға және денсаулық сақтау жүйесіндегі теңсіздіктерге әкелуі мүмкін. ЖИ модельдеріндегі біржақтылықтың негізгі себептерінің бірі - оларды үйрету үшін қолданылатын тарихи деректер жиынтығы, ол денсаулық сақтау саласындағы тарихи теңсіздіктерді бейнелеуі мүмкін. Кейбір топтарға пропорционалды емес түрде әсер ететін немесе стереотиптерді күшейтетін алгоритмдер денсаулық сақтау жүйесінде жүйелі кемсітушілікке ықпал етіп, әділетсіздік пен емдеудегі қателіктерді ушықтыруы мүмкін. Денсаулық сақтау саласында ЖИ-ді орынсыз немесе жеткілікті білімсіз қолдану фармацевтикалық көмек ресурстарын әділ бөлу жағдайында айтарлықтай қиындықтар туындатады. Сондықтан тиісті шаралар қабылданбаған жағдайда, ЖИ денсаулық сақтау саласының кәсіби қызметінде бар теңсіздіктерді одан әрі күшейтуі ықтимал болып табылады [Farmer H., 2023: P.20].

Сонымен қатар, дайын алгоритмдерге негізделген жүйелер кейде әлеуметтік қателіктерге байланысты бұрыс шешімдер шығаруы мүмкін. Әрі кейбір жасанды интеллект жүйелері өз жұмысын толық көрсетпейтін «қара жәшік» тәрізді болғандықтан, алгоритмдердің шешім қабылдау жолдары адамға түсініксіз болып қалады. Мұндай жабықтық жеке деректерді өңдеу кезінде де үлкен қауіп төндіреді. Осыған байланысты көптеген зерттеушілер түсіндіруге ыңғайлы, интерпретациясы жеңіл ЖИ жүйелерін әзірлеуге күш салуда [Char D.S. et al., 2018].

Пациентке бағытталған көзқарасты сақтау да негізгі шарттардың бірі: жасанды интеллект фармацевт пен пациент арасындағы қарым - қатынасты алмастыруға емес, тек толықтыруға арналған құрал. Өйткені, фармацевттің кәсіби қызметі тек техникалық дағдылармен ғана

шектелмей, тұтынушыға эмпатия таныту, гуманизм қағидаттарын ұстану шараларын да қамтиды. Ал жасанды интеллект адам баласына тән бұл қасиеттерді алмастыра алмайды. Сондықтан оны фармацевттің баламасы емес, кәсіби қызметін қолдайтын қосымша көмекші ретінде қарастырған жөн [Филимонов О.А., Ладыкин Ю.С., 2024]. Осы тұрғыда этикалық талаптарға сәйкестікті қамтамасыз етудің негізгі қадамы ретінде барлық пациенттерден ақпараттандырылған келісім алу тәртібін белгілеу қажет. Фармацевтика саласында жасанды интеллектті енгізу этикалық тәуекелдерді алдын ала басқаруды талап етеді. Негізгі этикалық шешімдер 1-кестедегі қағидаттарға негізделуі тиіс [Atlansys.software, 2025].

1-кесте

Фармацевтика саласына жасанды интеллектті енгізудің негізгі этикалық шешімдері

Алгоритмдік әділдік пен бейтараптықты қамтамасыз ету	ЖИ жүйелері әртүрлі демографиялық және клиникалық топтарды тең дәрежеде қамтитын деректерге сүйенуі қажет. Деректердің репрезентативтілігін тұрақты түрде аудиттен өткізу және қажет болған жағдайда теңгерімделген (синтетикалық) деректерді қолдану алгоритмдік ығысуды азайтады.
Деректердің құпиялылығы мен қауіпсіздігі	Пациенттердің клиникалық және геномдық деректерін қорғау «Privacy by Design» және «Security by Default» қағидаттары арқылы жүзеге асырылуы тиіс. Федеративті оқыту және шифрлау әдістері деректерді орталықтандырмай өңдеуге мүмкіндік береді.
Түсінікті және сенімді жасанды интеллект	ЖИ ұсынған әрбір шешім ғылыми тұрғыда түсіндірілетін және тексерілетін болуы керек. Модельдердің тиімділігі мен тұрақтылығын үздіксіз бақылау сенімнің негізді болуын қамтамасыз етеді.
Адам мен ЖИ-дің серіктестігі	Жасанды интеллект мамандарды алмастырмай, олардың шешім қабылдауын қолдайтын интеллектуалды көмекші ретінде қолданылуы тиіс. Соңғы шешім әрдайым адам сарапшысының жауапкершілігінде қалады.

Қазақстанда фармация саласында жасанды интеллектті қолданғанда этикалық мәселелер, алгоритмдердің ашықтығы, тұтынушылардың сенімі және кәсіби бақылау басты назарда болуы тиіс. Осы этикалық талаптарды ескере отырып, Қазақстанның фармацевтика секторында жасанды интеллектіні енгізу бастамалары ерекше мәнге ие. Қазақстандағы дәрілік заттарды таңбалау жүйесінде жасанды интеллект негізіндегі кеңесші енгізілмек. Бұл технология нарық қатысушыларына таңбалау талаптары, айналым ережелері және заңнамалық нормалар жөнінде автоматты түрде кеңес беріп, олардың жұмысын айтарлықтай жеңілдетеді. Мұндай шешім жеткізу тізбегінің барлық буындары үшін үрдістерді оңтайландырып, белгіленген талаптарға сәйкес жұмыс істеуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, жаңа бастамалар аясында таңбаланған дәрілік заттардың қозғалысын бақылауға арналған предиктивті талдау жүйесі енгізіледі. Бұл тек дәрілік заттардың қайда және қалай қозғалып жатқанын бақылауға ғана емес, олардың айналымындағы ықтимал тәуекелдерді алдын ала анықтауға да жағдай жасап, жеткізу қауіпсіздігі мен сенімділігін арттырады. Сонымен, жасанды интеллект технологияларын Қазақстанның фармацевтика саласына енгізу саланың тиімділігін, ашықтығын және реттелу деңгейін арттыруға бағытталған маңызды қадам болып табылады [ИИ и фармацевтика, 2025].

Құқықтық аспектілер. Жасанды интеллект жаңа мүмкіндіктермен қатар деректер құпиялылығы, авторлық құқық, еңбек құқықтары мен әділдік секілді күрделі сұрақтарды тудырды. Нәтижесінде әрбір мемлекет өзіндік құқықтық реттеу жүйесін қалыптастыру жобасын алға қойды. Мысалы, АҚШ - орталықтандырылмаған модель ұстанады. Бұл мемлекетте CHIPS және ғылым туралы заң ЖИ негізгі технология деп таныды [Johnson L., 2022]. АҚШ мемлекеті Заң негізінде ЖИ ашықтығы мен жұмысшылар құқығын қорғауды басты қағида етті. Ал Еуропада құрамына 27 мемлекет кіретін Еуроодақ дайындаған ЖИ туралы заң – әлемдегі алғашқы кешенді құжат болып табылады [Белов И.И., 2024]. Құжат негізінде ЖИ жүйелері 4 тәуекел деңгейіне бөлінеді. Жоғары тәуекелді салаларға (денсаулық, көлік, еңбек) қатаң талаптар қойылады. Ұлыбритания – қатаң бірыңғай заң

орнына әр салалық реттеушіге жауапкершілік берді. Инновацияны қолдау және қауіпсіздікті қамтамасыз ету мақсатын алға тартты.

Сингапур 2019 жылы ЖИ басқару моделін енгізген алғашқы мемлекет болды және бес жыл бойы аймақтағы көшбасшылық рөлін сақтап келді [PDPC, 2020]. Жапония 2019 жылы «Адамға бағытталған ЖИ әлеуметтік принциптерін» жариялап, адамның қадір-қасиеті, тұрақтылыққа негізделген қоғам құруды мақсат етті. Қытай дәстүрлі түрде орталықтандырылған бақылау тәсілін қолданады. Мемлекет 2024 жылы ЖИ жасаған контентті міндетті түрде таңбалау талабын енгізді [Habuka H., 2023]. Ал медицинада жасанды интеллектті қолдануға ортақ қағидаттарды 2026 жылдың 14 қаңтарында EMA мен FDA белгіледі [Diligent Corporation, 2026]. Бұл қағидаттар дәлелдер қалыптастыру мен мониторингке жалпы бағыт береді және дәрі әзірлеушілерге, сондай-ақ тіркеуге өтініш берушілер мен тіркеу куәлігін иеленушілерге арналады (2-кесте).

2-кесте

EMA мен FDA белгілеген медицинада жасанды интеллектті қолданудың ортақ қағидаттары

№	Тәсіл түрі	Тәсілді орындау шарттары
1	Адамға бағытталған тәсіл	ЖИ этикалық және адамға бағдарланған құндылықтарға сай әзірленуі және қолданылуы тиіс
2	Тәуекелге негізделген тәсіл	ЖИ қолдану контексіне сәйкес тәуекел деңгейіне сай валидация, бақылау және тәуекелді азайту шаралары жүргізілуі керек
3	Стандарттарға сәйкестік	ЖИ жүйелері құқықтық, этикалық, техникалық, ғылыми, киберқауіпсіздік және реттеуші стандарттарға, соның ішінде GxP талаптарына сай болуы тиіс
4	Қолдану контексінің айқындығы	ЖИ-дің қандай мақсатта, қандай рөлде және қандай шекте қолданылатыны нақты анықталуы қажет
5	Көпсалалы сараптама	ЖИ технологиясын және оның қолданылу контексін қамтитын көпсалалы мамандар технологияның бүкіл өмірлік циклі бойы тартылуы тиіс
6	Деректерді басқару және құжаттау	Деректер көздерінің шығу тегі, өңдеу кезеңдері және аналитикалық шешімдер GxP талаптарына сай толық, қадағаланатын және тексерілетін түрде құжатталуы керек. Құпия және сезімтал деректерді қорғау тұрақты сақталуы тиіс
7	Модельді жобалау және әзірлеу тәжірибесі	ЖИ модельдері үздік инженерлік тәжірибелерге сай әзірленіп, қолдануға жарамды деректерге негізделуі қажет. Түсіндірмелілік, ашықтық және болжау дәлдігі пациент қауіпсіздігін қамтамасыз етуге бағытталуы тиіс
8	Тәуекелге негізделген өнімділікті бағалау	ЖИ өнімділігі адам–ЖИ өзара әрекетін қоса алғанда, бүкіл жүйе деңгейінде бағалануы керек. Бағалау мақсатына сай деректер мен көрсеткіштер қолданылып, тиісті тестілеу арқылы валидация жасалуы қажет
9	Өмірлік циклді басқару	ЖИ үшін тәуекелге негізделген сапа менеджменті жүйелері енгізіліп, мәселелерді анықтау, бағалау және шешу қамтамасыз етілуі тиіс. Модельдер деректер дрейфін ескере отырып, тұрақты мониторингтен және қайта бағалаудан өтуі қаже
10	Айқын және қолжетімді ақпарат	Пайдаланушылар мен пациенттер үшін ЖИ-дің қолданылу мақсаты, өнімділігі, шектеулері, деректер негізі, жаңартулары және түсіндірмелілігі қарапайым әрі түсінікті тілде ұсынылуы тиіс

Сонымен қатар, дәрілік заттарды әзірлеу саласында ЖИ-дің реттеуші және этикалық салдарын қарастырудағы маңызды қадамдардың бірі - (FDA) жариялаған «Дәрілік және биологиялық өнімдерді әзірлеуде жасанды интеллект пен машиналық оқытуды пайдалану» (*Using Artificial Intelligence & Machine Learning in the Development of Drug and Biological Products*) атты талқылау құжаты болып табылады. Бұл құжатта дәрілік заттарды табу, клиникаға дейінгі және клиникалық зерттеулер кезеңдерінде ЖИ-дің рөліне шолу жасалады.

Онда жасанды интеллект пен машиналық оқытуды қолдануға ұсынылатын тәжірибелер сипатталады. FDA-ның бұл бастамасы денсаулық сақтау саласында ЖИ қолдануды реттеудегі маңызды кезең болып саналады және жаңа мүмкіндіктерге жол ашады. Бұл қадам дәрілік затты әзірлеу үрдісінде ЖИ-дің әлеуетті артықшылықтары мен сын-қатерлерінің бар екенін білдіреді және осы бағыттағы болашақ дамуға негізделген жұмыстарға бастама бола алады [U.S. Food and Drug Administration, 2025].

Елімізде де бұл бағыт жоғары жылдамдықпен дамып келеді. Қазақстанның негізгі мақсаты – Еуразиядағы цифрлық хабқа айналу [Нариманова А., 2025], осы мақсатта жасанды интеллект және цифрлық даму министрлігі құрылды [Қали А., 2025]. Сонымен қатар, халықтың тіршілігін қамтамасыз ету жүйесінің сенімділігін арттырып, экономикалық өсуді қамтамасыз ету мақсатында жасанды интеллектті дамытудың 2024-2029 жылдарға арналған тұжырымдамасы бекітілді. «Халық денсаулығы және денсаулық сақтау жүйесі туралы» Қазақстан Республикасы Кодексінде «дербес медициналық деректер», «қашықтан медициналық қызметтер», «теледенсаулық сақтау», «телемедициналық желі» және басқа да ұғымдар айқындалған. Атап айтқанда, цифрлық денсаулық сақтау стандарттарын нормативтік-құқықтық реттеу, әзірлеу және бекіту қарастырылған [ҚР ҮҚ, 2024].

Экономикалық аспектілер. Машиналық оқыту алгоритмдері мен клиникалық шешімдерді қолдау жүйелеріндегі жетістіктер фармацевттерге оңтайлы терапиялық режимдерді таңдауға және дәрілер арасындағы өзара әрекеттесулерді анықтауға көмектесіп қана қоймай, сонымен қатар пациенттерге жеке дара бағытталған күтім көрсетуді және дәрі-дәрмекке деген қажеттілікті болжауды жеңілдетеді. Бұған қоса, жасанды интеллектті интеграциялау жұмыс үдерісінің тиімділігін арттырып, әкімшілік жүктемені азайтады және фармацевттердің кәсіби даярлығын, сондай-ақ жұмысқа қанағаттану деңгейін жақсартатыны анықталды [Hamishehkar H., Shahidi M., 2025].

Жасанды интеллекттің фармация саласындағы рөлі 1-суретте көрсетілген [Jain D. et al., 2024].



1-сурет. Жасанды интеллекттің фармация саласындағы рөлі

Дереккөздердегі мәлімет бойынша денсаулық сақтау саласындағы ұйымдардың шамамен 62% алдағы уақытта жасанды интеллект технологияларына қаржы салуды жоспарлап отыр. Ал олардың 72% болашақта бұл технология бизнес жүргізу тәсіліне елеулі ықпал етеді деп есептейді [Ural A. et al., 2024].

Әдістер

Зерттеу жұмысының тақырыбына сәйкес, мақалада тиісті фармацевтикалық тәжірибеде ЖИ қолданудың этикалық, құқықтық және экономикалық аспектілері талданды. Зерттеу әдеби

шолу әдісі арқылы жүргізіліп, PubMed, Scopus, Web of Science және т.б. ғылыми базалардағы мақалалар, adilet.zan.kz құқықтық деректер, сондай-ақ ДДҰ, FDA, EMA секілді халықаралық ұйымдардың құжаттары негізге алынды. Зерттеу барысында контент-талдау, салыстырмалы талдау және жүйелік талдаулар қолданылды. Таңдалған дереккөздерден алынған мәліметтер тақырыптық блоктарға бөлініп талданды. Әрбір блок шеңберінде ЖИ қолданудың мүмкіндіктері мен шектеулері қарастырылды. Алынған нәтижелер халықаралық тәжірибе мен Қазақстан Республикасы негізінде интерпретацияланды.

Нәтижелер және пікір алмасу

Жүргізілген шолу нәтижелері ЖИ фармацевтикалық тәжірибеде клиникалық, ұйымдастырушылық және экономикалық тұрғыдан елеулі әлеуетке ие екенін көрсетті. Сонымен қатар, этикалық және құқықтық тәуекелдер жеткілікті деңгейде басқарылмаған жағдайда бұл технологиялардың тиімділігі төмендеуі мүмкін екені анықталды.

ЖИ деген мұндай қызығушылықтың артуы кездейсоқ емес. McKinsey Global Institute деректеріне сүйенсек, жасанды интеллект пен машиналық оқыту жыл сайын АҚШ денсаулық сақтау жүйесіне 100 миллиард доллар шамасында пайда әкеле алады. Өйткені бұл технологиялар: қабылданатын шешімдердің сапасын жақсартады, ғылыми жаңалықтарды жүйеге тезірек енгізуге мүмкіндік береді, зерттеулер мен клиникалық сынақтардың тиімділігін арттырады, дәрігерлер мен пациенттерге, сақтандыру ұйымдарына және мемлекеттік құрылымдарға арналған интеллектуалды құралдар әзірлеуге жол ашады деп хабарланған [Raza M.A. et al., 2022].

Сонымен қатар, Johns Hopkins пен Mayo Clinic сынды ірі денсаулық сақтау жүйелерінде жасанды интеллектті қолдану нақты оң нәтижелер көрсетті. ЖИ негізіндегі шешімдер пациенттердің емді дұрыс әрі тұрақты қабылдауын 40% дейін арттырды, ал қайта қабылдауларды өткізіп алу жағдайлары 50% астам мөлшерге азайды. Шұғыл медициналық көмек көрсету кезінде жасанды интеллектті енгізу дәрі-дәрмектерді босату барысында жіберілетін қателіктерді 75% дейін қысқартып, дәрілерге байланысты туындайтын жағымсыз әсерлерді анықтау деңгейін 65% арттыруға мүмкіндік берді [Grand View Research, 2026].

Жасанды интеллект жүйелері дәрілік заттарды дайындау барысында клиникаға дейінгі сынақтарды жүргізу үшін де ғылымға үлкен серпіліс әкелді. Фармацевтикалық экономиканың ерекшелігін ескерсек, дәрілік заттардың 90% жуығы клиникалық сынақтардан өтпей қалады, ал бір ғана табысты препаратты әзірлеу шамамен 2,8 млрд АҚШ долларын талап етеді. Сондықтан тиімділіктің аз ғана артуының өзі өте үлкен экономикалық нәтиже береді. Саланың әртүрлі сегменттерінен алынған деректер жасанды интеллекттің нақты пайда әкеле бастағанын көрсетеді: клиникаға дейінгі сынақ кезеңі 3-5 жылдан 12-18 айға дейін қысқарды, ал табысты эксперименттердің үлесі айтарлықтай өсті. 2024 жылғы зерттеу жасанды интеллект көмегімен табылған молекулалардың клиникалық сынақтардың бастапқы кезеңдерінде 80-90% жағдайда сәтті нәтиже көрсеткенін, ал бұрын бұл көрсеткіш 40-65% деңгейінде болғанын анықтады [Inbusiness.kz, 2026].

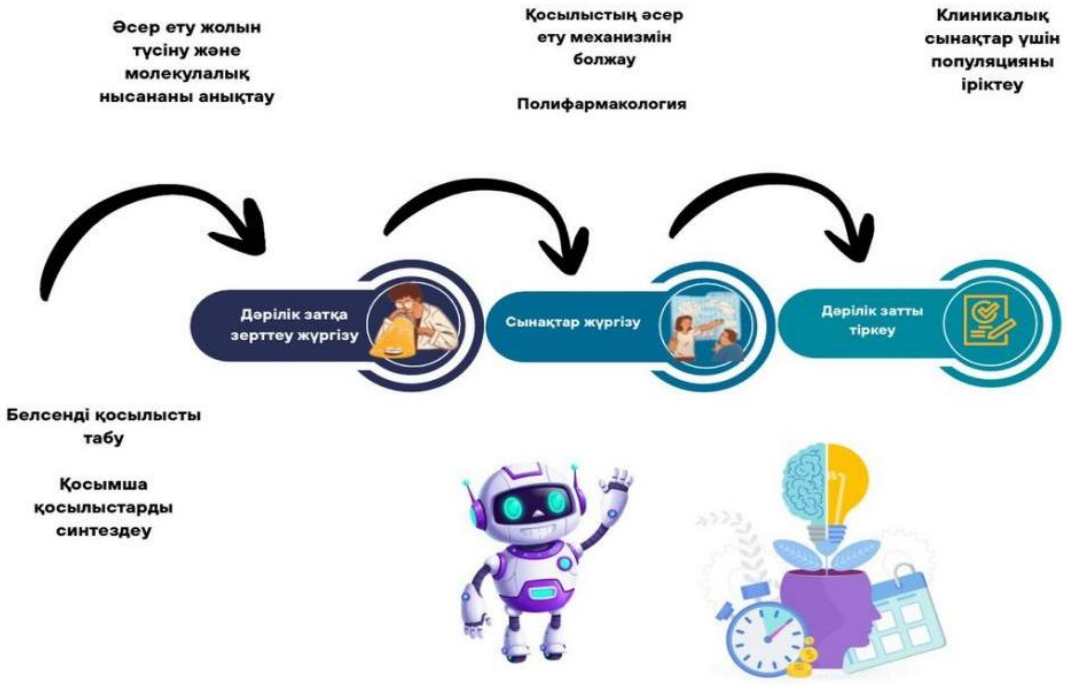
2025 жылы фармацевтикадағы жасанды интеллект нарығының көлемі 1,8 млрд АҚШ долларын құрады. Ал 2034 жылға қарай бұл көрсеткіш 13,1 млрд АҚШ долларына дейін өседі деп болжануда, бұл 2024-2034 жылдар аралығында жылдық орташа өсім қарқынының (CAGR) 18,8% болатынын білдіреді [Coherent Solutions, 2025].

Ал дәрілік заттарды зерттеу және әзірлеу саласындағы жасанды интеллекттің жаһандық нарығы 2032 жылға қарай 1,5 млрд АҚШ долларынан шамамен 13 млрд АҚШ долларына дейін ұлғаяды деп күтілуде. Сонымен қатар, клиникалық зерттеулерде қолданылатын жасанды интеллектке негізделген шешімдер осы онжылдықтың соңына қарай 7 млрд АҚШ долларынан асады деп болжанып отыр. Бұл фармацевтикалық құндылық тізбегінің барлық кезеңдерінде жасанды интеллектке деген сұраныстың тұрақты түрде артып келе жатқанын көрсетеді. Осының нәтижесінде әлемдегі ең ірі фармацевтикалық компаниялар - Roche,

Pfizer, Merck, AstraZeneca, GSK, Sanofi, AbbVie, Bristol-Myers Squibb және Johnson & Johnson - ЖИ технологияларын белсенді түрде қолдана бастады. Айталық, 2018 жылы Массачусетс технологиялық институты (MIT) Novartis және Pfizer компанияларымен бірлесіп, дәрілік заттарды өндіру мен әзірлеу үдерістерін жаңғыртатын арнайы машиналық оқыту консорциумын құрды [TechTarget, 2026].

Фармацевтикалық компаниялар жасанды интеллектке (ЖИ) негізделген шешімдердің екі негізгі тобына сұраныс тудырады. Бірінші топ аналитикалық шешімдер жүйелеріне негізделген және әртүрлі талдауларды, сондай-ақ белгілі бір оқиғалардың орын алу ықтималдығын болжауды қамтиды. Мұндай жүйелер қажетті ресурстарды ескере отырып әртүрлі сценарийлер ұсына алады және нақты бір компания үшін ең оңтайлы нұсқаны таңдауға қабілетті. ЖИ алгоритмдері пайдаланушыларға бұрын талдау жасау мүмкін болмаған нысандар мен үрдістер арасындағы байланыстарды терең зерттеуге мүмкіндік береді. Екінші топқа сөйлеуді, суреттерді, бейнелерді және басқа да құрылымдалмаған деректерді тану технологиялары жатады. Бұл бағдарламалық қамтамасыз ету қолданыстағы ұқсас үлгілерді анықтауға, оларды математикалық есептеулерге бейімдеуге және тұтынушыларға ұсыныстар беруге мүмкіндік береді [Kulkov I., 2021].

Бүгінгі таңда ЖИ технологияларының көмегімен: қазіргі күнге дейін емі табылмаған ауруларға қарсы жаңа белсенді молекулалар ізделіп жатыр, дәрілік заттарға резистенттілік мәселесін шешуге бағытталған зерттеулер жүргізілуде, тиімділігі төмен дәрілік препараттардың орнына жаңа емдеу тәсілдері ұсынылуда. Сондықтан, биомедициналық деректердің көлемі мен түрін көбейтіп, сол мәліметтерді өңдей алатын ақылды бағдарламаларға деген сұраныстардың саны артуда [Mak K.K., Pichika M.R., 2019]. Жасанды интеллекттің дәрілік затты ілгерілету саласындағы рөлі 2-суретте көрсетілген.



2-сурет. Жасанды интеллект дәрілік затты ілгерілету саласында

Ақылды бағдарламаларды қолданушылардың қатарына кіретін Insilico Medicine компаниясы өздерінің PharmAI деп аталатын жасанды интеллект платформасын таныстырды. Компанияның айтуынша, бұл жүйеде генеративті желілер (GAN) мен күшейтілген оқыту әдістері қолданылады. GAN - оқыту деректері негізінде жаңа үлгілер жасауға қабілетті генеративті модель түрі. Ол екі бөліктен тұрады: үлгілерді жасайтын генератор және олардың шынайылығын анықтайтын дискриминатор. Бұл екі нейрондық желі бір-бірімен

байланысқа түседі: генератор жаңадан үлгі жасап, оны дискриминаторға жібереді, ал дискриминатор бұл үлгінің нақты деректерге тиесілі не жасанды екенін анықтайды. Оқыту үрдісі жалғаса берген сайын генератор шынайы деректерге ұқсас үлгілер құруды үйренеді, ал дискриминатор оларды ажырату қабілетін жетілдіре түседі. Нәтижесінде, бұл платформа жаңа молекулалық құрылымдар жасауға әрі аурулардың биологиялық табиғатын болжауға мүмкіндік береді [Insilico Medicine, 2026].

Ақылды бағдарламаларды қолданушылардың қатарына кіретін Insilico Medicine компаниясы өздерінің PharmAI деп аталатын жасанды интеллект платформасын таныстырды. Компанияның айтуынша, бұл жүйеде генеративті желілер (GAN) мен күшейтілген оқыту әдістері қолданылады. GAN - оқыту деректері негізінде жаңа үлгілер жасауға қабілетті генеративті модель түрі. Ол екі бөліктен тұрады: үлгілерді жасайтын генератор және олардың шынайылығын анықтайтын дискриминатор. Бұл екі нейрондық желі бір-бірімен байланысқа түседі: генератор жаңадан үлгі жасап, оны дискриминаторға жібереді, ал дискриминатор бұл үлгінің нақты деректерге тиесілі не жасанды екенін анықтайды. Оқыту үрдісі жалғаса берген сайын генератор шынайы деректерге ұқсас үлгілер құруды үйренеді, ал дискриминатор оларды ажырату қабілетін жетілдіре түседі. Нәтижесінде, бұл платформа жаңа молекулалық құрылымдар жасауға әрі аурулардың биологиялық табиғатын болжауға мүмкіндік береді [Insilico Medicine, 2026].

Жасанды интеллекттің жаңа дәрілік заттарды әзірлеудегі қолданылуы молекулалардың үшөлшемді (3D) модельдері мен мақсатты аймақтардың (рецепторлар, ферменттер және т.б.) өзара әрекеттесуін бақылауға негізделеді. Бұл өзара әрекеттесулер ықтимал емдік әсерді көрсете алады. Дәл осы фактор дәрілік заттарды әзірлеудегі табыстың негізгі кілті болып табылады, себебі жасанды интеллект барлық мүмкін комбинацияларды әлдеқайда жылдам талдап, ықтимал әсерлер шеңберін қысқарта алады. Бұған қоса, дәстүрлі түрде дәрілік затты жасауға орта есеппен 12 жыл және 2,9 миллиард АҚШ доллары жұмсалса, жасанды интеллект көмегімен жүргізілген скрининг нәтижелерін бірнеше апта ішінде алып, шығындарды айтарлықтай азайтуға болады. Мысалы, 2018 жылы Эбола вирусын емдеуге қайта бейімдеуге болатын қауіпсіз, бұрыннан қолданыстағы дәрілік заттарды виртуалды іздеу басталды. Нәтижесінде, бір компанияның жасанды интеллект технологиясы арқылы Эбола вирусының уыттылығын едәуір төмендетуге қабілетті екі дәрілік зат анықталды. Әдетте айлар немесе жылдар бойы жүргізілетін бұл талдау бір тәулікке жетпей аяқталған [Kostić E.J. et al., 2019].

Ал 2019 жылғы коронавирус ауруы (COVID-19) жаһандық қоғамдық денсаулық сақтау жүйесіне елеулі қауіп төндірді. SARS-CoV-2 вирусы жоғары жұқпалылық деңгейіне байланысты адамдар арасында жылдам таралды. Осыған байланысты COVID-19 ауруын тиімді емдеу үшін әлеуетті дәрілік препараттар мен вакциналарды қысқа мерзімде әзірлеу қажет болды. Жасанды интеллекттің дамуы дәрілік заттарды әзірлеу үдерісін дәстүрлі тәсілдерден биоинформатикалық құралдарға бағыттауға мүмкіндік берді. Компьютерлік әдістермен жүзеге асырылатын дәрі-дәрмек жобалау технологиялары биологиялық деректердің үлкен көлемін өңдеуде және тиімді алгоритмдерді әзірлеуде жоғары тиімділігін көрсетті [Tripathi A. et al., 2023].

Қазақстанда да жасанды интеллект технологияларын фармация саласына енгізу үрдісі дамып келеді. Astana Hub деректеріне сүйенсек, фармация саласына енгізілген Goods Checker деп аталатын бұлтты мерчандайзинг платформасы жоғары экономикалық тиімділік беруде. Платформаның көмегімен 5 000 астам дәріханада қажетті дәрі саны әрқашан қолжетімді болып отыр. Бұл - SANTO (Polpharma Kazakhstan) халықаралық фармацевтикалық компаниясы іске асырған цифрлық жаңашылдықтың нәтижесі. Ол үш компоненттен тұрады: back-end жүйесі, медициналық өкілдерге арналған мобильді қосымша және аймақтық менеджерлер үшін веб-платформа. Компьютерлік бақылау тек дәрілердің бар-жоғын тексеріп қана қоймай, дәріханадағы тауарлардың дұрыс орналастырылуы (планограмма) бойынша сәйкестігін де тексереді. Автоматтандырылған жүйе шаршамайды, адами қателіктерді

азайтады және сөрелерді бақылау жылдамдығын бірнеше есе арттырады. Пилоттық жобаның көмегімен фотосуреттердегі препараттарды тану дәлдігі 90% асты, ал медициналық өкілдердің аудит жүргізуге жұмсайтын уақыты бір сағаттан 5 минутқа дейін қысқарды. Фармация секторында бұл технология дәл әрі жедел алынған деректердің арқасында шешім қабылдау сапасын арттырып, нарықтағы сұраныс пен ұсыныстың нақты бақылауға мүмкіндік берді [Kukarenko N., 2024].

Сонымен қатар, 2024 жылы қыркүйек айында Алматы қаласында медицина мен фармацевтикалық индустрияны цифрландыру, сондай-ақ қазақстандықтардың өмір сүру ұзақтығы мен сапасын арттыру мақсатында жасанды интеллектті енгізу тақырыбына ерекше назар аударылған Health Business Forum өткізілді. Форум барысында SANTO компаниясы жасанды интеллектті енгізудің тағы бір қызықты кейсімен бөлісті. Компания Шымкент қаласындағы фармацевтикалық зауытында технологиялық үрдістерді басқару үшін жасанды интеллектке негізделген SCADA-жүйесін қолданады. Жүйе негізінде компания «цифрлық егіз» (digital twin) тұжырымдамасына негізделеді. Бұл - физикалық нысанның немесе үрдістің цифрлық көшірмесі, ол өндірістің тиімділігін арттыруға және бизнестің барлық кезеңдерін жасанды интеллект көмегімен толық бақылауға мүмкіндік береді.

Диагностика саласында MED365 компаниясы әзірлеген медициналық тексерулердің автоматтандырылған жүйесі - толықтай отандық өнім болып табылады және қызметкерлердің денсаулық жағдайын тұрақты бақылау өзекті саналатын өндіріс орындарында қолданылады. Бұл өнім медициналық куәландыруға арналған құрылғы болып табылады және оның құрамына тонометр, термометр, алкотестер және пупиллометр кіреді. Барлық құрылғылар бағдарламалық қамтамасыз ету арқылы бірыңғай жүйеге біріктірілген. Осының арқасында медициналық куәландыру үдерісі шамамен 1 минутты, ал кейбір жағдайларда 40-50 секундты ғана алады. Жасанды интеллект алынған деректерді талдап, қызметкердің денсаулығында ықтимал мәселелер анықталған жағдайда сигнал береді. Бұл медициналық қызметкерлерге дер кезінде әрекет етуге мүмкіндік беріп, өндірістегі жарақаттану мен өлім-жітім жағдайларының алдын алуға ықпал етеді [Бекжанов Д., 2025].

Онымен қоса, денсаулық сақтау вице-министрі Тимур Муратовтың мәлімдеуінше, жасанды интеллект дәрі-дәрмекке деген қажеттілікті болжау және жалған рецепттерді анықтау үшін де қолданылатын болады. Жасанды интеллект технологиялары жеткізілімдерді жоспарлаудың тиімділігін арттырып, дәрі-дәрмекпен қамтамасыз етудегі тапшылықтардың алдын алуға көмектеседі. Ол сондай-ақ дәрілік заттарды таңбалау жүйесіне жасанды интеллект негізіндегі консультант енгізу жоспарланып отырғанын айтты. «Бұл консультант нарық қатысушыларына таңбалау, айналым ережелері және заңнама талаптары бойынша автоматты түрде кеңес беретін болады», - деп түсіндірді вице-министр. Денсаулық сақтау министрлігінің жоспарларына сәйкес, цифрлық шешімдерді енгізу дәрілік заттардың айналымындағы ашықтықты арттырып, фармацевтикалық нарық қатысушылары арасындағы өзара іс-қимылды жеңілдетуге бағытталған [TimesKZ.kz, 2025].

Жүргізілген шолу нәтижелері фармацевтикалық тәжірибеде ЖИ қолдану мүмкіндіктерінің кең ауқымдылығын және бұл үдерістің жаһандық сипатқа ие екенін көрсетті. Алынған деректер ЖИ фармация саласындағы рөлінің біртіндеп күшейіп келе жатқанын дәлелдеді.

Қорытынды

Қорытындылай келе, жасанды интеллектті фармацевтикалық тәжірибеде қолдану дәрілік заттар айналымы саласын жаңа деңгейге көтеруге мүмкіндік береді. Жасанды интеллект зерттеулерді жеделдетіп, диагностика дәлдігін арттырады, емдеуді дербестендіруге, өндіріс пен логистиканы оңтайландыруға ықпал етеді. Қазақстанда фармация саласында жасанды интеллектті қолданудың әлеуеті жоғары, сондықтан нормативтік базаны жетілдіру, кәсіби бақылауды күшейту және этикалық қағидаларды сақтау мәселелері бүгінгі күннің өзекті тақырыбы болып табылады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

Raza M.A., Aziz S., Noreen M., Saeed A., Anjum I., Ahmed M., Raza S.M. (2022) Artificial Intelligence (AI) in Pharmacy: An Overview of Innovations. *Innovations in Pharmacy*, 13(2). DOI: https://doi.org/10.24926/iip.v13i2.4839 [Электрондық ресурс]: URL: https://pubs.lib.umn.edu/index.php/innovations/article/view/4839 (өтінім берілген күні: 26.01.2026).

Simpson M.D., Qasim H.S. (2025) Clinical and Operational Applications of Artificial Intelligence and Machine Learning in Pharmacy: A Narrative Review of Real-World Applications. *Pharmacy*, 13(2), 41 [Электрондық ресурс]: URL: https://www.mdpi.com/3214982 (өтінім берілген күні: 22.01.2026).

Murdoch B. (2021) Privacy and artificial intelligence: challenges for protecting health information in a new era. *BMC Medical Ethics*, 22(1), 6 [Электрондық ресурс]: URL: https://bmcmedethics.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12910-021-00687-3 (өтінім берілген күні: 22.01.2026).

Farmer H. (2023) Las implicaciones sociales de la genómica potenciada por la inteligencia artificial. *Inteligencia artificial en salud: retos éticos y científicos*. Barcelona: Fundació Víctor Grífols i Lucas, 20 [Электрондық ресурс]: URL: https://www.fundaciogrifols.org/documents/4438882/5272129/Q63_inteligencia_artificial.pdf/f39d331c-1449-9ae1-5d21-a5e45fa10777?t=1681981895313 (өтінім берілген күні: 30.01.2026).

Char D.S., Nigam M.D., Shah N.H., Magnus D. (2018) Implementing machine learning in health care - addressing ethical challenges. *The New England Journal of Medicine*, 378(11), 981-983 [Электрондық ресурс]: URL: https://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMp1714229 (өтінім берілген күні: 22.01.2026).

Филимонов О.А., Ладыкин Ю.С. (2024) Некоторые этические аспекты применения искусственного интеллекта в медицине. *International Journal of Humanities and Natural Sciences*, 6-4(93), 116-122 [Электрондық ресурс]: URL: https://cyberleninka.ru/article/n/nekotorye-eticheskie-aspekty-primeneniya-iskusstvennogo-intellekta-v-meditsine/viewer (өтінім берілген күні: 22.01.2026).

Atlansys.Software (2025) *Этические вызовы применения искусственного интеллекта в фармацевтике на примере платформы Atlansys EUS MedPharma* [Сайт]: URL: https://atlansys.tech/eticheskie-vyzovy-vnedreniya-iskusstvennogo-intellekta-v-farmatsevticheskuyu-razrabotku-na-primere-atlansys-eus-medpharma/ (өтінім берілген күні: 22.01.2026).

ИИ и фармацевтика (2025) В Казахстан искусственный интеллект приходит на помощь фармацевтике. *Vera.kz*, 12 ноября [Электрондық ресурс]: URL: https://vera.kz/v-kazaxstan-iskusstvennyj-intellekt-prixodit-na-pomoshhfarmacevtike/?ysclid=mkwbyhm1fa296575113 (өтінім берілген күні: 22.01.2026).

Johnson L. (2022) *Biden ends slog on semiconductor bill with signature* [Электрондық ресурс]: URL: https://www.politico.com/news/2022/08/09/biden-ends-slog-on-semiconductor-bill-with-signature-00050530 (өтінім берілген күні: 22.01.2026).

Белов И.И. (2024) Закон Европейского Союза об искусственном интеллекте: вызовы и возможности для управления документацией. *Вестник ВНИИДАД*, 6, 96-106 [Электрондық ресурс]: URL: https://cyberleninka.ru/article/n/zakon-evropeyskogo-soyuza-ob-iskusstvennom-intellekte-vyzovy-i-vozmozhnosti-dlya-upravleniya-dokumentatsiey/viewer (өтінім берілген күні: 22.01.2026).

PDPC (2020) *Personal Data Protection Commission*. Model AI Governance Framework (Second edition) [Сайт]: URL: https://www.pdpc.gov.sg/help-and-resources/2020/01/model-ai-governance-framework (өтінім берілген күні: 22.01.2026).

Habuka H. (2023) Japan's approach to AI regulation and its impact on the 2023 G7 presidency. *Center for Strategic and International Studies (CSIS),* 14 February [Электрондық ресурс]: URL: https://www.csis.org/analysis/japans-approach-ai-regulation-and-its-impact-2023-g7-presidency (өтінім берілген күні: 07.02.2026).

Diligent Corporation (2026) *AI regulations around the world: Trends, takeaways & what to watch*

heading into 2025 [Электрондық ресурс]: URL: https://www.diligent.com/resources/guides/ai-regulations-around-the-world (өтінім берілген күні: 22.01.2026).

U.S. Food and Drug Administration (2025) Using Artificial Intelligence & Machine Learning in the Development of Drug & Biological Products: Discussion Paper and Request for Feedback. *U.S. Department of Health and Human Services* [Электрондық ресурс]: URL: https://www.fda.gov/media/167973/download (өтінім берілген күні: 30.01.2026).

Нариманова А. (2025) Қазақстанның негізгі мақсаты – Еуразиядағы цифрлық хабқа айналу – Тоқаев. *Todayinfo.kz* [Электрондық ресурс]: URL: https://todayinfo.kz/qazaqstannyng-negizgi-maqsaty-ewraziyadaghy-cifrlyq-habqa-ajnalw-toqaev/?ysclid=mgplju7ogh306161020 (өтінім берілген күні: 22.01.2026).

Қали А. (2025) *Қазақстанда жаңа министрлік құрылды – Жасанды интеллект және цифрлық даму министрлігі* [Электрондық ресурс]: URL: https://kaz.zakon.kz/okiga/6068220-azastanda-zhaa-ministrlk-ryldy--zhasandy-intellekt-zhne-tsifrly-damu-ministrlg.html (өтінім берілген күні: 22.01.2026).

ҚР ҮҚ (2024) Қазақстан Республикасының 2029 жылға дейінгі ұлттық инфрақұрылымдық жоспарын бекіту туралы: *Қазақстан Республикасы Үкіметінің қаулысы,* 25 шілде, 606 [Электрондық ресурс]: URL: https://adilet.zan.kz/kaz/docs/P2400000606 (өтінім берілген күні: 26.01.2026).

Hamishehkar H., Shahidi M. (2025) Impact of Artificial Intelligence on the Future of Clinical Pharmacy and Hospital Settings. *Journal of Research in Pharmacy Practice*, 14(3):87-97, Jul-Sep. DOI: https://doi.org/10.4103/jrpp.jrpp_51_25 [Электрондық ресурс]: URL: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12560970/#abstract1 (өтінім берілген күні: 06.02.2026).

Jain D., Chandra P., Ali Z., Fatma N., Khan H. (2024) A comprehensive investigation: developing the pharmaceutical industry through artificial intelligence. *Current Drug Discovery Technologies,* 22, 4, 12. DOI: https://doi.org/10.2174/0115701638313233240830132804 [Электрондық ресурс]: URL: https://www.eurekaselect.com/article/142839 (өтінім берілген күні: 22.01.2026).

Ural A., Vilanova R., Yaar Z. (2024) How health care executives feel about advances in AI. *EY,* 28 Jun [Электрондық ресурс]: URL: https://www.ey.com/en_us/industries/health/health-care-survey-cautious-optimism-on-ai (өтінім берілген күні: 22.01.2026).

Grand View Research (2026) *Artificial Intelligence Market* (2026-2033) [Электрондық ресурс]: URL: https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/artificial-intelligence-ai-market (өтінім берілген күні: 22.01.2026).

Inbusiness.kz (2026) Искусственный интеллект меняет правила игры в фармацевтике. *InBusiness*, 9 қаңтар [Электрондық ресурс]: URL: https://www.inbusiness.kz/ru/news/iskusstvennyj-intellekt-menyaet-pravila-igry-v-farmacevtike (өтінім берілген күні: 23.01.2026).

Coherent Solutions (2025) *Artificial Intelligence in Pharmaceuticals and Biotechnology: Current Trends and Innovations*, 10 ақпан [Электрондық ресурс]: URL: https://www.coherentsolutions.com/insights/artificial-intelligence-in-pharmaceuticals-and-biotechnology-current-trends-and-innovations (өтінім берілген күні: 31.01.2026).

TechTarget (2026) TechTarget Pharma & Life Sciences: information, news and tips [Электрондық ресурс]: URL: https://www.techtarget.com/pharmalifesciences (өтінім берілген күні: 27.01.2026).

Kulkov I. (2021) The role of artificial intelligence in business transformation: A case of pharmaceutical companies. *Technology in Society*, 66. DOI: https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101629 [Электрондық ресурс]: URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160791X21001044?via=ihub (өтінім берілген күні: 30.01.2026).

Mak K.K., Pichika M.R. (2019) Artificial intelligence in drug development: present status and future prospects. *Drug Discovery Today*, 24(3), 773-780. DOI: https://doi.org/10.1016/j.drudis.2018.11.014 [Электрондық ресурс]: URL:

https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1359644618300916?via=ihub (өтінім берілген күні: 22.01.2026).

Insilico Medicine (2026) Insilico Medicine: AI-driven drug discovery and development [Сайт]: URL: https://insilico.com/ (өтінім берілген күні: 22.01.2026).

Kostić E.J., Pavlović D.A., Živković M.D. (2019) Applications of artificial intelligence in medicine and pharmacy - ethical aspects. *Acta Medica Medianae*, 58(3), 128-137. DOI: https://doi.org/10.5633/amm.2019.0319 [Электрондық ресурс]: URL: https://publisher.medfak.ni.ac.rs/AMM_1/2019/2019-3-broj/celi_radovi/19Emilija%20Kostic.pdf (өтінім берілген күні: 22.01.2026).

Tripathi A., Misra K., Dhanuka R., Singh J.P. (2023) Artificial intelligence in accelerating drug discovery and development. *Recent Patents on Biotechnology*, 17(1). DOI: https://doi.org/10.2174/1872208316666220802151129 [Электрондық ресурс]: URL: http://www.eurekaselect.com/article/125285 (өтінім берілген күні: 22.01.2026).

Kukarenko N. (2024) Medicines in pharmacies in Kazakhstan began to be tracked by computer vision. *AstanaHub,* 30 September [Электрондық ресурс]: URL: https://astanahub.com/en/blog/lekarstva-v-aptekakh-kazakhstana-nachali-otslezhivat-kompiuternym-zreniem (өтінім берілген күні: 22.01.2026).

Бекжанов Д. (2025) ИИ по-казахстански: какие компании уже сейчас успешно дополняют человеческий интеллект искусственным. *Digital Business,* 19 марта [Электрондық ресурс]: URL: https://digitalbusiness.kz/2025-03-19/ii-po-kazahstanski-kakie-kompanii-uzhe-seychas-uspeshno-dopolnyayut-chelovecheskiy-intellekt-iskusstvennim/ (өтінім берілген күні: 30.01.2026).

TimesKZ.kz (2025) Рецепты в Казахстане будет проверять ИИ. *TimesKZ.kz,* 11 ноября [Электрондық ресурс]: URL: https://timeskz.kz/v-kazahstane/4083-recepty-v-kazahstane-budet-proverjat-ii.html (өтінім берілген күні: 22.01.2026).

References

Raza M.A., Aziz S., Noreen M., Saeed A., Anjum I., Ahmed M., Raza S.M. (2022) Artificial Intelligence (AI) in Pharmacy: An Overview of Innovations. *Innovations in Pharmacy*, 13(2). DOI: https://doi.org/10.24926/iip.v13i2.4839 [Electronic resource]: URL: https://pubs.lib.umn.edu/index.php/innovations/article/view/4839 (date of access: 26.01.2026).

Simpson M.D., Qasim H.S. (2025) Clinical and Operational Applications of Artificial Intelligence and Machine Learning in Pharmacy: A Narrative Review of Real-World Applications. *Pharmacy*, 13(2), 41 [Electronic resource]: URL: https://www.mdpi.com/3214982 (date of access: 22.01.2026).

Murdoch B. (2021) Privacy and artificial intelligence: challenges for protecting health information in a new era. BMC Medical Ethics, 22(1), 6 [Electronic resource]: URL: https://bmcmed ethics.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12910-021-00687-3 (date of access: 22.01.2026).

Farmer H. (2023) Las implicaciones sociales de la genómica potenciada por la inteligencia artificial. *Inteligencia artificial en salud: retos éticos y científicos*. Barcelona: Fundació Víctor Grífols i Lucas, 20 [Electronic resource]: URL: https://www.fundaciogrifols.org/documents/4438882/5272129/Q63_inteligencia_artificial.pdf/f39d331c-1449-9ae1-5d21-a5e45fa10777?t= 1681981895313 (date of access: 30.01.2026).

Char D.S., Nigam M.D., Shah N.H., Magnus D. (2018) Implementing machine learning in health care - addressing ethical challenges. *The New England Journal of Medicine*, 378(11), 981-983 [Electronic resource]: URL: https://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMp1714229 (date of access: 22.01.2026).

Filimonov O.A., Ladykin Yu.S. (2024) Nekotorye eticheskie aspekty primeneniya iskusstvennogo intellekta v meditsine. *International Journal of Humanities and Natural Sciences*, 6-4(93), 116-122 [Electronic resource]: URL: https://cyberleninka.ru/article/n/nekotorye-eticheskie-

aspekty-primeneniya-iskusstvennogo-intellekta-v-meditsine/viewer (date of access: 22.01.2026).

Atlansys.Software (2025) Eticheskie vyzovy primeneniya iskusstvennogo intellekta v farmatsevtike na primere platformy Atlansys EUS MedPharma [Sajt]: URL: https://atlansys.tech/eticheskie-vyzovy-vnedreniya-iskusstvennogo-intellekta-v-farmatsevticheskuyu-razrabotku-na-primere-atlansys-eus-medpharma/ (date of access: 22.01.2026).

II i farmatsevtika (2025) V Kazakhstan iskusstvennyj intellekt prikhodit na pomoshch′ farmatsevtike. *Vera.kz*, 12 noyabrya [Electronic resource]: URL: https://vera.kz/v-kazaxstan-iskusstvennyj-intellekt-prixodit-na-pomoshh-farmacevtike/?ysclid=mkwbyhm1fa296575113 (date of access: 22.01.2026).

Johnson L. (2022) Biden ends slog on semiconductor bill with signature [Electronic resource]: URL: https://www.politico.com/news/2022/08/09/biden-ends-slog-on-semiconductor-bill-with-signature-00050530 (date of access: 22.01.2026).

Belov I.I. (2024) Zakon Evropejskogo Soyuza ob iskusstvennom intellekte: vyzovy i vozmozhnosti dlya upravleniya dokumentatsiej. *Vestnik VNIIDAD*, 6, 96-106 [Electronic resource]: URL: https://cyberleninka.ru/article/n/zakon-evropeyskogo-soyuza-ob-iskusstvennom-intellekte-vyzovy-i-vozmozhnosti-dlya-upravleniya-dokumentatsiey/viewer (date of access: 22.01.2026).

PDPC (2020) *Personal Data Protection Commission*. Model AI Governance Framework (Second edition) [Sajt]: URL: https://www.pdpc.gov.sg/help-and-resources/2020/01/model-ai-governance-framework (date of access: 22.01.2026).

Habuka H. (2023) Japan's approach to AI regulation and its impact on the 2023 G7 presidency. *Center for Strategic and International Studies (CSIS)*, 14 February [Electronic resource]: URL: https://www.csis.org/analysis/japans-approach-ai-regulation-and-its-impact-2023-g7-presidency (date of access: 07.02.2026).

Diligent Corporation (2026) *AI regulations around the world: Trends, takeaways & what to watch heading into 2025* [Electronic resource]: URL:https://www.diligent.com/resources/guides/ai-regulations-around-the-world (date of access: 22.01.2026).

U.S. Food and Drug Administration (2025) Using Artificial Intelligence & Machine Learning in the Development of Drug & Biological Products: Discussion Paper and Request for Feedback. *U.S. Department of Health and Human Services* [Electronic resource]: URL: https://www.fda.gov/media/167973/download (date of access: 30.01.2026).

Narimanova A. (2025) Qazaqstannyn negizgi maqsaty – Euraziyadagy tsifrlyq khabqa ajnalu – Toqaev. *Todayinfo.kz* [Electronic resource]: URL: https://todayinfo.kz/qazaqstannyng-negizgi-maqsaty-ewraziyadaghy-cifrlyq-habqa-ajnalw-toqaev/?ysclid=mgplju7ogh306161020 (date of access: 22.01.2026).

Qali A. (2025) Qazaqstanda zhana ministrlik quryldy – Zhasandy intellekt zhane tsifrlyq damu ministrligi [Electronic resource]: URL: https://kaz.zakon.kz/okiga/6068220-azastanda-zhaa-ministrlk-ryldy--zhasandy-intellekt-zhne-tsifrly-damu-ministrlg.html (date of access: 22.01.2026).

KR UK (2024) Qazaqstan Respublikasynyn 2029 zhylga dejingi ulttyq infraqurylymdyq zhosparyn bekitu turaly: Qazaqstan Respublikasy Ukimetinin qaulysy, 25 shilde, 606 [Electronic resource]: URL: https://adilet.zan.kz/kaz/docs/P2400000606 (date of access: 26.01.2026).

Hamishehkar H., Shahidi M. (2025) Impact of Artificial Intelligence on the Future of Clinical Pharmacy and Hospital Settings. *Journal of Research in Pharmacy Practice*, 14(3):87-97, Jul-Sep. DOI: https://doi.org/10.4103/jrpp.jrpp_51_25 [Electronic resource]: URL: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12560970/#abstract1 (date of access: 06.02.2026).

Jain D., Chandra P., Ali Z., Fatma N., Khan H. (2024) A comprehensive investigation: developing the pharmaceutical industry through artificial intelligence. *Current Drug Discovery Technologies*, 22, 4, 12. DOI: https://doi.org/10.2174/0115701638313233240830132804 [Electronic resource]: URL: https://www.eurekaselect.com/article/142839 (date of access: 22.01.2026).

Ural A., Vilanova R., Yaar Z. (2024) How health care executives feel about advances in AI. *EY*, 28 Jun [Electronic resource]: URL: https://www.ey.com/en_us/industries/health/health-care-survey-cautious-optimism-on-ai (date of access: 22.01.2026).

Grand View Research (2026) *Artificial Intelligence Market* (2026-2033) [Electronic resource]: URL: https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/artificial-intelligence-ai-market (date of access: 22.01.2026).

Inbusiness.kz (2026) Iskusstvennyj intellekt menyaet pravila igry v farmatsevtike. *InBusiness*, 9 qantar [Electronic resource]: URL: https://www.inbusiness.kz/ru/news/iskusstvennyj-intellekt-menyaet-pravila-igry-v-farmacevtike (date of access: 23.01.2026).

Coherent Solutions (2025) *Artificial Intelligence in Pharmaceuticals and Biotechnology: Current Trends and Innovations*, 10 aqpan [Electronic resource]: URL: https://www.coherentsolutions.com/insights/artificial-intelligence-in-pharmaceuticals-and-biotechnology-current-trends-and-innovations (date of access: 31.01.2026).

TechTarget (2026) TechTarget Pharma & Life Sciences: information, news and tips [Electronic resource]: URL: https://www.techtarget.com/pharmalifesciences (date of access: 27.01.2026).

Kulkov I. (2021) The role of artificial intelligence in business transformation: A case of pharmaceutical companies. *Technology in Society*, 66. DOI: https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101629 [Electronic resource]: URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160791X21001044?via=ihub (date of access: 30.01.2026).

Mak K.K., Pichika M.R. (2019) Artificial intelligence in drug development: present status and future prospects. *Drug Discovery Today*, 24(3), 773-780. DOI: https://doi.org/10.1016/j.drudis.2018.11.014 [Electronic resource]: URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1359644618300916?via=ihub (date of access: 22.01.2026).

Insilico Medicine (2026) Insilico Medicine: AI-driven drug discovery and development [Sajt]: URL: https://insilico.com/ (date of access: 22.01.2026).

Kostić E.J., Pavlović D.A., Živković M.D. (2019) Applications of artificial intelligence in medicine and pharmacy - ethical aspects. *Acta Medica Medianae*, 58(3), 128-137. DOI: https://doi.org/10.5633/amm.2019.0319 [Electronic resource]: URL: https://publisher.medfak.ni.ac.rs/AMM1/2019/20193broj/celi_radovi/19Emilija%20Kostic.pdf (date of access: 22.01.2026).

Tripathi A., Misra K., Dhanuka R., Singh J.P. (2023) Artificial intelligence in accelerating drug discovery and development. *Recent Patents on Biotechnology*, 17(1). DOI: http://dx.doi.org/10.2174/1872083166662208021511 29 [Electronic resource]: URL: http://www.eurekaselect.com/article/125285 (date of access: 22.01.2026).

Kukarenko N. (2024) Medicines in pharmacies in Kazakhstan began to be tracked by computer vision. *AstanaHub*, 30 September [Electronic resource]: URL: https://astanahub.com/en/blog/lekarstva-v-aptekakh-kazakhstana-nachali-otslezhivat-kompiuternym-zreniem (date of access: 22.01.2026).

Bekzhanov D. (2025) II po-kazakhstanski: kakie kompanii uzhe sejchas uspeshno dopolnyayut chelovecheskij intellekt iskusstvennym. *Digital Business*, 19 marta [Electronic resource]: URL: https://digitalbusiness.kz/2025-03-19/ii-po-kazahstanski-kakie-kompanii-uzhe-seychas-uspeshno-dopolnyayut-chelovecheskiy-intellekt-iskusstvennim/ (date of access: 30.01.2026).

TimesKZ.kz (2025) Retsepty v Kazakhstane budet proveryat′ II. *TimesKZ.kz*, 11 noyabrya [Electronic resource]: URL: https://timeskz.kz/v-kazahstane/4083-recepty-v-kazahstane-budet-proverjat-ii.html (date of access: 22.01.2026).

Поступила в редакцию: 18.02.2026
Одобрена: 31.03.2026
Первая публикация: 26.06.2026