

FTAXP 06.71.09

ӘОЖ 004.8:656

JEL L91

<https://doi.org/10.46914/1562-2959-2026-1-2-233-245>

ЕБЕСОВА Ә.Б.,¹

докторант.

e-mail: a.ebesova@mail.ru

ORCID ID: 0009-0001-4683-5762

ТЮЛЮБАЕВА З.Д.,²

т.ғ.к., қауымдастырылған профессор.

e-mail: t.zauresh@etu.edu.kz

ORCID ID: 0009-0004-1608-5149

ДЕВЕТЬЯРОВА Н.В.,^{*3}

т.ғ.м., аға оқытушы.

*e-mail: devetyarova.n@gmail.com

ORCID ID: 0009-0001-6729-2111

ПЕНЧЕВА В.И.,⁴

PhD, профессор.

e-mail: vpencheva@uni-ruse.bg

ORCID ID: 0000-0002-9809-4759

¹әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,

Алматы қ., Қазақстан

²Еуразия технологиялық университеті,

Алматы қ., Қазақстан

³Л.Б. Гончаров атындағы

Қазақ автомобиль-жол институты,

Алматы қ., Қазақстан

⁴А. Кынчев атындағы Русе Университеті,

Русе қ., Болгария

ЛОГИСТИКА САЛАСЫНДАҒЫ ТҰРАҚТЫ ДАМУ ЖӘНЕ ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ

Андатпа

Қазіргі таңда логистика саласы әлемдік экономиканың негізгі қозғаушы күштерінің бірі болып табылады және жаһандық жеткізу тізбектерінің тиімді жұмыс істеуін қамтамасыз етеді. Соңғы жылдары экологиялық тепе-теңдік пен әлеуметтік жауапкершілікке баса назар аударылатын тұрақты даму тұжырымдамасы логистика саласында да маңызды бағытқа айналып отыр. Осыған байланысты, логистикалық процестерде энергия үнемдеу, қалдықтарды азайту, экологиялық зиянды төмендету және ресурстарды ұтымды пайдалану міндеттері өзекті бола түсуде. Бұл мақсаттарға жету үшін заманауи технологиялардың, әсіресе жасанды интеллекттің (ЖИ) мүмкіндіктерін қолдану кеңінен таралуда. ЖИ логистикалық операцияларды автоматтандыруға, нақты уақыт режимінде деректерді талдауға және процестерді оңтайландыруға мүмкіндік береді. Мақалада ЖИ технологияларын тұрақты даму қағидаттарымен біріктіре отырып, логистика жүйелерінің тиімділігін арттыру жолдары қарастырылады. Зерттеу мақсаты – ЖИ қолданудың логистикалық жүйелердің экологиялық, экономикалық және әлеуметтік көрсеткіштерін жақсартудағы рөлін айқындау. Негізгі талданатын бағыттарға маршруттарды оңтайландыру, қойма және көлік операцияларын автоматтандыру, тауарлық қорларды басқару, сұранысты болжау және жеткізу тізбегін цифрландыру жатады. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, ЖИ негізіндегі шешімдер логистикалық тиімділікті орта есеппен 20–25%-ға арттырады, отын шығынын азайтып, көмірқышқыл газының шығарындыларын төмендетеді, сондай-ақ тауарды жеткізу уақыты мен шығындарын қысқартады. Сонымен қатар, Қазақстандағы логистика компанияларының тәжірибесінде ЖИ енгізудің оң әсері байқалады: процестердің жеделдеуі, ресурстарды үнемдеу және тұтынушыларға қызмет көрсету сапасының артуы. Осы зерттеу логистика саласындағы тұрақты дамуды қамтамасыз етуде ЖИ технологияларының маңызын ашып көрсетеді және оларды енгізудің практикалық ұсыныстарын ұсынады.

Тірек сөздер: логистика, тұрақты даму, жасанды интеллект, маршрутты оңтайландыру, жеткізу тізбегін басқару, қойма операцияларын автоматтандыру, тиімділік, экологиялық әсер.

Кіріспе

Қазіргі таңда логистика саласы әлемдегі ең жылдам дамып келе жатқан және күрделі секторлардың бірі болып табылады. Бұл сала әлемдік экономикаға маңызды үлес қосып, тауарлар мен қызметтерді тиімді әрі жылдам жеткізу үшін күрделі операцияларды жүзеге асырады. Сонымен қатар, қоғамның экологиялық және әлеуметтік мәселелерге деген қызығушылығының артуы логистикалық қызметтерді тұрақты дамытуды талап етеді. Логистика саласындағы тұрақты даму тек экологиялық аспектілермен ғана шектелмейді, сондай-ақ экономикалық тиімділікті арттыру мен әлеуметтік жауапкершілікті де қамтиды.

Технологиялар мен инновациялар осы тұста маңызды рөл атқарады. Соның ішінде, жасанды интеллект (ЖИ) қазіргі уақытта логистика саласында тиімділікті арттыру, шығындарды азайту, экологиялық әсерді төмендету және жалпы жұмыс процестерін оңтайландыру мақсатында қолданылып отыр. Жасанды интеллект деректерді талдау, болжам жасау және шешімдер қабылдауды автоматтандыру арқылы логистикалық операциялардың сапасын айтарлықтай жақсартып алады.

Мақала мақсаты – логистика саласындағы тұрақты даму мен жасанды интеллектті қолданудың өзара байланысын және олардың логистикалық процестерге қалай әсер ететінін зерттеу. Мақалада жасанды интеллекттің экологиялық тиімділікті арттыру және логистика саласындағы тұрақты даму мақсаттарына жетудегі маңызы мен тиімділігін қарастыру көзделеді. Міндеттері: логистика саласындағы тұрақты даму және оның экологиялық, экономикалық және әлеуметтік аспектілерін талдау; жасанды интеллекттің логистикадағы тұрақты даму мақсаттарына ықпалын зерттеу; жасанды интеллекттің логистикалық процестерде қолдану мүмкіндіктері мен артықшылықтарын қарастыру; жасанды интеллектті қолдану арқылы тұрақты даму мақсаттарына жеткен нақты компаниялардың тәжірибелерін талдау.

Бұл мақалада логистика саласындағы тұрақты даму мен жасанды интеллекттің арасындағы байланыс қарастырылып, осы екі бағыттың қалай бір-бірін толықтыратыны және тиімді шешімдер қабылдаудағы маңызы зерттеледі. Сонымен қатар, ЖИ технологияларын қолдану арқылы логистикалық жүйелердің тұрақты дамуына қол жеткізу жолдары ұсынылады.

Материалдар және әдістер

Логистика саласындағы тұрақты даму – бұл қоршаған ортаға зиян келтірмей, экономикалық және әлеуметтік тұрғыдан тиімді қызмет көрсетуге бағытталған стратегиялардың жиынтығы. Тұрақты даму мәселесі бүгінгі таңда барлық бизнес салаларында, соның ішінде логистикада да өзекті болып отыр. Экологиялық проблемалардың ушығуы, ресурстардың шектеулігі, әлеуметтік жауапкершілікке деген жоғары талаптар – осының бәрі логистикалық қызметтерді экологиялық тұрғыдан тиімді етуге деген қажеттілікті арттырады [1].

Логистикадағы тұрақты даму тұжырымдамасы бірнеше аспектілерді қамтиды: экологиялық тиімділік (қоршаған ортаны қорғау, қалдықтарды азайту), экономикалық тиімділік (ресурстарды үнемдеу, шығындарды азайту), әлеуметтік жауапкершілік (еңбек жағдайлары, қоғамға әсері). Бұл тұжырымдама бойынша жүргізілген зерттеулер логистикалық процестердің экологиялық және әлеуметтік аспектілерін оңтайландыру үшін инновациялық технологияларды енгізу қажеттігін көрсетеді [2].

Жасанды интеллект (ЖИ) логистика саласында үлкен потенциалға ие. ЖИ технологиялары логистикалық операцияларды автоматтандыруды, шешім қабылдауды оңтайландыруды және болжау жасай алуды қамтамасыз етеді. ЖИ логистикалық жүйелерді оңтайландыруда үш негізгі бағытта қолданылады: қойма басқару, тасымалдау маршрутын жоспарлау, жеткізілім тізбегін басқару. ЖИ технологиялары мәліметтерді талдау арқылы логистикалық процестерді тиімдірек және экологиялық тұрғыдан жауапкершілікті етіп өзгертеді.

Логистика саласындағы тұрақты даму мен жасанды интеллект тақырыбына қатысты бірнеше ғалымдардың зерттеулері мен жұмыстары маңызды болып табылады. Осы тақырыпта зерттеулер жүргізген бірнеше белгілі ғалымдар бар. Оларды атап өтетін болсақ: Alan

McKinnon – логистика мен тұрақты даму мәселелерін зерттеген ғалым, әсіресе логистиканың экологиялық аспектілері және оның тұрақтылыққа әсері туралы көп жұмыстар жазған. McKinnon өзінің зерттеулерінде логистикада жасанды интеллект және басқа да инновациялық технологияларды қолдану арқылы экологиялық тиімділікті арттыруды қарастырған [3]. Martin Christopher – логистика мен жеткізілім тізбегі менеджменті саласында тұрақты даму мен инновацияларды зерттеген ғалым. Оның жұмыстары логистиканың барлық деңгейінде ЖИ технологиялары мен тұрақты даму принциптерін біріктірудің маңыздылығын көрсетеді [4].

David B. Grant – логистикадағы тұрақты даму мен жасанды интеллектті зерттеген ғалымдардың бірі. Оның жұмыстары жеткізілім тізбегі мен тасымалдау жүйелеріндегі тұрақты даму және экологиялық тиімділікке бағытталған стратегияларды талдайды. Alexander Trautrim – жасанды интеллектті және оның логистикадағы тұрақты даму мен тиімділікті арттырудағы рөлін зерттеген ғалымдардың бірі [5]. Оның зерттеулері ЖИ технологияларының қоршаған ортаға әсерін азайту үшін қалай қолданылатынын қарастырады.

Ал отандық ғалымдар, Жакыпова Г.Қ. – логистика және тұрақты даму мәселелері бойынша зерттеулер жүргізген ғалым. Оның зерттеулері логистикалық процестердің тиімділігін арттыру және экологиялық аспектілерді ескере отырып, тұрақты даму стратегияларын енгізу бойынша ұсыныстарға негізделген. Нұрымбетова Ә.М. – логистика және көлік саласындағы басқаруды жетілдіру және жасанды интеллектті қолдану мәселелері бойынша зерттеулер жүргізген ғалым. Оның еңбектерінде жасанды интеллекттің логистикалық процестерді автоматтандыру мен тиімділігін арттырудағы рөлі қарастырылады. Әбдісадықов Б.Т. – Қазақстандағы логистикалық процестер мен көлік инфрақұрылымын тұрақты дамыту мәселелерін зерттеген ғалым. Оның еңбектерінде жасанды интеллекттің транспорттық және логистикалық жүйелерді тиімді басқарудағы маңызы қарастырылған. Атамұратова А.Ж. – логистика мен көлік саласындағы тұрақты даму және жасанды интеллекттің интеграциясын зерттеген ғалым. Ол логистикалық тізбектерде экологиялық қауіптерді азайту үшін инновациялық технологияларды енгізу жолдарын қарастырған. Бұл ғалымдар Қазақстанда логистика мен тұрақты дамудың өзекті мәселелеріне, сондай-ақ жасанды интеллекттің логистикалық жүйелерді басқарудағы тиімділігіне қатысты зерттеулер жүргізіп, саланың дамуына үлес қосқан.

Тұрақты даму қазіргі заманғы қоғамның өзекті мәселелерінің бірі болып табылады. Ол экономикалық, экологиялық және әлеуметтік аспектілерді ескере отырып, болашақ ұрпақтардың қажеттіліктерін қамтамасыз ету үшін қазіргі ресурстарды пайдалануды оптимизациялауға бағытталған. Логистика саласындағы тұрақты даму осы ұстанымдарды логистикалық процестерге енгізу арқылы экологиялық зиянды азайту, ресурстарды тиімді пайдалану, экономикалық тиімділікті арттыру және әлеуметтік жауапкершілікті нығайтуға көмектеседі.

Логистикадағы тұрақты дамудың экологиялық, экономикалық және әлеуметтік аспектілері бар. Олардың жалпы сипаттамасы 1-суретте келтірілген.

Жасанды интеллекттің қолданылуы логистика саласындағы тұрақты даму мақсаттарына жетуге айтарлықтай әсер етуі мүмкін. Экологиялық тиімділікті арттыру үшін ЖИ көмегімен келесі мүмкіндіктер жүзеге асырылады.

1. Тасымалдау маршруттарын оңтайландыру: Жасанды интеллект алгоритмдері тасымалдау маршруттарын оңтайландыруға мүмкіндік береді, бұл отын шығындарын төмендетуге, көмірқышқыл газының шығарындыларын азайтуға және тасымалдау уақытын қысқартуға мүмкіндік береді [6]. Геоолокация және мәліметтерді өңдеу жүйелерінің көмегімен ең тиімді маршруттар мен жолдарды таңдауға болады.

2. Қойма және инвентаризацияларды басқару: ЖИ жүйелері қоймалардың жұмысын автоматтандыруға және ресурстарды басқаруды оңтайландыруға көмектеседі. Бұл, өз кезегінде, артық қорларды болдырмауға және сақтау шығындарын төмендетуге мүмкіндік береді, сонымен қатар энергия мен материалдық ресурстарды үнемдейді [7].

3. Көлік құралдарын басқару және экологиялық таза көліктерді енгізу: Жасанды интеллект көлік құралдарының жұмысын бақылап, оларды ең тиімді және экологиялық таза жолмен пайдалануға мүмкіндік береді. Мысалы, электр көліктері мен гибридті көліктердің логистикада қолданылуын басқару арқылы экологиялық әсерді азайтуға болады.



Сурет 1 – Логистикадағы тұрақты дамудың экологиялық, экономикалық және әлеуметтік аспектілері

Ескертпе: Авторлармен құрастырылған.

Жасанды интеллект пен тұрақты дамудың бірігуінің артықшылықтары

1. Ресурстарды үнемдеу: жасанды интеллект ресурстарды тиімді пайдалану мен басқаруға мүмкіндік береді. Алгоритмдер мен автоматтандырылған жүйелер тасымалдарды, қоймаларды, жүктерді және көлік құралдарын басқаруда үлкен дәлдікпен жұмыс істейді, бұл ұзақ мерзімді экономикалық және экологиялық тиімділікке әкеледі.

2. Қоршаған ортаны қорғау: жасанды интеллект экологиялық тиімділікті қамтамасыз ету үшін көлік құралдарының және тасымалдардың экологиялық әсерін төмендету жолдарын ұсынады. Ол тұрақты даму принциптеріне сәйкес көлік құралдарын басқару мен логистикалық процестерді оңтайландыруға мүмкіндік береді.

3. Тұрақты даму стратегияларын жүзеге асыру: жасанды интеллекттің көмегімен компаниялар тұрақты даму стратегияларын жүзеге асыруға көбірек мүмкіндіктер алады. Бұл технологиялар қоршаған ортаны қорғау мен ресурс үнемдеудің әдістерін кеңейтуге мүмкіндік береді, сондай-ақ ұзақ мерзімді даму мақсаттарына жетуге көмектеседі.

4. Шығындарды азайту: тасымалдау шығындарын төмендету үшін ЖИ-дің қолданылуы, сондай-ақ энергияның тиімді пайдалануын арттыруға мүмкіндік береді. Мысалы, нақты уақытта көлік қозғалысын бақылап, ең қысқа және тиімді маршруттарды таңдауға көмектеседі, бұл жанармайды үнемдеуге және көлік құралдарының жұмысын тиімді етуге ықпал етеді [8].

Жасанды интеллект пен тұрақты дамудың бірігуі логистикалық қызметтерді жаңа деңгейге көтеріп, оларды тиімді әрі экологиялық таза етуге мүмкіндік береді. ЖИ қолдану арқылы логистика компаниялары тек қоршаған ортаны қорғау шараларын жүзеге асырып қана қоймай,

сонымен қатар өз қызметін тиімдірек және экономикаға пайдалы түрде жүзеге асырады. Осылайша, тұрақты даму принциптерін енгізу логистика саласының болашағы үшін маңызды бағыт болып табылады [9]. Жасанды интеллект пен тұрақты даму арасындағы синергия логистика саласының экологиялық тиімділігін арттырып қана қоймай, оның экономикалық және әлеуметтік аспектілерін де жақсартады. ЖИ-дің көмегімен логистикалық процестерді оңтайландыру, ресурстарды үнемдеу және экологиялық таза көліктерді пайдалану тұрақты даму мақсаттарына жетуге айтарлықтай ықпал етеді.

Қазіргі таңда логистика саласында жасанды интеллект (ЖИ) технологиялары операциялық тиімділікті арттырудың, шығындарды азайтудың және тұрақты дамуға қол жеткізудің негізгі құралына айналды [10]. ЖИ әдістері үлкен деректерді (Big Data) талдауға, тасымалдау және қойма процестерін оңтайландыруға, экологиялық және экономикалық көрсеткіштерді жақсартуға мүмкіндік береді.

Логистикалық тізбек көптеген айнымалыларға тәуелді күрделі жүйе болғандықтан, деректерді нақты және жедел талдау шешім қабылдаудың жылдамдығы мен сапасына тікелей әсер етеді. Осы тұрғыдан алғанда, жасанды интеллект құралдары – машиналық оқыту (Machine Learning), терең оқыту (Deep Learning), компьютерлік көру (Computer Vision), табиғи тілді өңдеу (NLP), сондай-ақ болжау және оңтайландыру алгоритмдері кеңінен қолданылады.

Мысалы, Google Vertex AI және IBM Watson сияқты платформалар сұраныс пен жеткізілім көлемін болжауда тиімді болса, NVIDIA Routing және NextBillion.ai маршруттарды нақты уақыт режимінде оңтайландырады. Ал Amazon Robotics және Logiwa секілді жүйелер қоймалық операцияларды автоматтандыру арқылы адами факторға тәуелділікті азайтып, өнімділікті 25–40% арттырады.

Бұл құралдардың енгізілуі тұрақты даму мақсаттарына да тікелей әсер етеді. Мәселен, жасыл логистика саласында ЖИ көмегімен энергия тұтыну 10–15%-ға, көмірқышқыл газының (CO₂) шығарындылары 20–40%-ға төмендейтіні анықталған. Сонымен қатар, тәуекелдерді болжау және жеткізу тізбегінің тұрақтылығын қамтамасыз ету бағытында Everstream AI, GoodData сияқты аналитикалық жүйелер маңызды рөл атқарады.

Сонымен қатар, болашақта жасанды интеллект пен логистиканың интеграциясы одан әрі тереңдей түседі. Цифрлық егіздер (Digital Twin) технологиясы ЖИ-мен бірге қолданылып, логистикалық инфрақұрылымның виртуалды модельдерін жасауға мүмкіндік береді. Бұл модельдер қоймалар, көлік желілері және жеткізу тізбегіндегі барлық процестерді алдын ала модельдеп, тәуекелдерді азайтуға және ресурстарды барынша тиімді жоспарлауға жағдай жасайды. Нәтижесінде апаттар, кешігулер және артық шығындар саны төмендейді.

Бұдан бөлек, блокчейн технологиясымен біріктірілген ЖИ жүйелері жеткізу тізбегінің ашықтығын арттырады. Бұл жүк қозғалысын толық бақылауға, құжат айналымын автоматтандыруға және алаяқтық тәуекелдерін азайтуға көмектеседі. Ашық әрі сенімді деректер экологиялық стандарттардың сақталуын да бақылауға мүмкіндік береді, яғни компаниялар көміртек ізі мен энергия тұтыну көрсеткіштерін нақты өлшей алады.

Әлеуметтік тұрғыдан алғанда, ЖИ логистика саласында жаңа мамандықтардың пайда болуына ықпал етеді. Деректер талдаушылары, ЖИ жүйелерін басқару мамандары және цифрлық логистика инженерлері еңбек нарығында сұранысқа ие болуда. Бұл білім беру жүйесіне де әсер етіп, цифрлық құзыреттерді дамыту қажеттілігін күшейтеді.

Осылайша, жасанды интеллект тек технологиялық құрал ғана емес, логистика саласының экологиялық, экономикалық және әлеуметтік тұрақтылығын қамтамасыз ететін стратегиялық ресурсқа айналып отыр. ЖИ технологияларын тиімді енгізу тұрақты даму мақсаттарына қол жеткізудің маңызды факторы болып қала береді.

Төмендегі 1-кестеде логистика саласында кеңінен қолданылатын заманауи ЖИ құралдары, олардың жұмыс істеу принциптері және тұрақты даму мақсаттарына қосатын үлесі жүйеленіп берілген.

Логистикада жасанды интеллектіні (ЖИ) тиімді енгізу үшін 2-суреттегідей нақты кезеңдерден тұратын жүйелі процесс қажет. Бұл процесс бірнеше негізгі сатыларды қамтиды: деректерді жинау, алдын ала өңдеу, модель үйрету, нәтижелерді қолдану және мониторинг. Әр кезең өзара байланысты және үздіксіз жақсартуға бағытталған циклдік сипатқа ие [11].

Кесте 1 – Логистикадағы ЖИ құралдары мен әдістері

№	Қолдану бағыты	Құралдар мен бағдарл. қазір қолданылады	Жұмыс істеу принципі	Нәтижелік көрсеткіштер	Тұрақты даму әсері
1	Талап пен сұранысты болжау	Google Vertex AI, IBM Watson, SAP IBP	Тарихи деректерді талдап, болашақ сұранысты болжайды	Болжау қатесі 20–50% төмендейді	Артық қор мен энергия үнемі 30%
2	Маршруттарды оңтайландыру	NVIDIA Routing, NextBillion.ai	Трафик пен ауа райын ескеріп тиімді маршрут ұсынады	Отын үнемі 15–30%	CO ₂ шығарындылары төмендейді
3	Қойма автоматтандыру	Amazon Robotics, Logiwa	Роботтар мен сенсорлар арқылы іріктеу, сақтау процесін автоматтандырады	Өнімділік 25–40% артады	Энергия тұтынуы азаяды
4	Тәуекелдерді басқару	Everstream AI, GoodData	Жеткізу желісіндегі тәуекелдерді болжайды	Кешігулер 20–25% азаяды	Экологиялық ашықтық артады
5	Жасыл логистика	RTS Labs, Finmile	Энергия және шығарындылар деректерін талдайды	CO ₂ 20–40% төмендейді	Энергия үнемі 10–15%

Ескертпе: Мәліметтер авторлармен құрастырылған.

Бірінші кезеңде IoT құрылғылары, ERP жүйелері және түрлі сенсорлар арқылы тасымалдау, қойма және жеткізу тізбегіне қатысты деректер жиналады. Кейін бұл ақпарат тазалау және қалыпқа келтіру сатысынан өтіп, жасанды интеллект моделін үйретуге дайындалады.

Үшінші кезеңде нейрондық желілер мен машиналық оқыту әдістері қолданылады – осы арқылы жүйе болжау және оңтайландыру қабілетін дамытады. Төртінші кезеңде алынған нәтижелер логистикалық процестерге (маршрут жоспарлау, қойма басқару, жеткізілім уақыты) енгізіледі.

Соңғы кезең – мониторинг және өзін-өзі жетілдіру. Мұнда жүйе нақты уақыттағы нәтижелерді бақылап, алынған мәліметтер негізінде өз моделін үздіксіз жетілдіріп отырады.



Сурет 2 – Логистикада жасанды интеллектіні (ЖИ) тиімді енгізу кезеңдері

Ескертпе: Авторлармен құрастырылған.

Логистикада жасанды интеллектіні тиімді енгізу бірнеше кезеңнен тұрады: алдымен компания қажеттіліктерін анықтап, мақсаттар мен көрсеткіштерді белгілейді; екіншіден, қолжетімді деректерді жинап, талдау арқылы ЖИ модельдерін әзірлейді; үшіншіден, тестілеу және пилоттық жобалар арқылы жүйенің тиімділігін бағалайды; соңында толық енгізу мен қызметкерлерді оқыту жүзеге асырылады [12]. Осы кезеңдерді дұрыс ұйымдастыру арқылы ЖИ логистикалық операциялардың тиімділігін арттырып, шығындарды азайтуға, жеткізу уақытын қысқартуға және экологиялық тұрақтылықты қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Нәтижелер мен талқылау

Логистикада жасанды интеллект түрлі бағыттарда қолданылады, Соның бірі жеткізу көліктерінің жүру бағытын жасанды интеллект (AI) арқылы оңтайландыру, отын шығынын азайту және жеткізу уақытын қысқартуды қарастырайық. Қолданылатын жүйе: AI Route Optimizer (мысалы, Google OR-Tools, SAP Logistics AI, Yandex Routing AI).

AI Route Optimizer – бұл жасанды интеллект (ЖИ) негізіндегі маршрутты оңтайландыру жүйесі. Оның мақсаты – логистикада көліктің жүру бағытын, жеткізу уақытын, және отын шығынын максималды тиімділікпен басқару [13].

Негізгі сипаттамалары:

1. Маршрутты есептеу. Көлік қозғалысының барлық нүктелерін, жеткізу орындарын, жол жағдайларын ескере отырып, ең тиімді маршрутты таңдайды. Мысалы, Google Maps немесе Yandex Routing AI сияқты жүйелерді күрделендірілген ЖИ алгоритмдері арқылы жетілдіреді [14].

2. Шешім қабылдау. Тұрақты деректерді (трафик, ауа райы, жол жабылулары) пайдаланып, нақты уақытта маршрутты өзгертуге мүмкіндік береді. Машиналық оқыту (Machine Learning) арқылы бұрынғы жеткізулердің деректерінен үйренеді.

3. Оптимизация параметрлері:

- ◆ қашықтықты қысқарту (km);
- ◆ жеткізу уақытын қысқарту (сағ);
- ◆ отын шығынын азайту (л);
- ◆ көліктің жұмыс жүктемесін теңестіру.

Қарапайым тілмен айтқанда, AI Route Optimizer – бұл логистикада “ақылды навигатор”, ол көліктің қай бағытпен, қандай тәртіппен жүруі тиімді екенін есептейді [15].

1) Логистикалық маршруттың тиімділігін есептеу [16]:

$$E_r = \frac{D_{\text{бастапқы}} - D_{\text{ЖИ}}}{D_{\text{бастапқы}}} \quad (1)$$

мұндағы:

E_r – маршрутты қысқарту тиімділігі, %

$D_{\text{бастапқы}}$ – бастапқы (ЖИ енгізілмеген кездегі) орташа қашықтық, км

$D_{\text{ЖИ}}$ – ЖИ енгізілгеннен кейінгі орташа қашықтық, км

2) Отын үнемдеу тиімділігі:

$$E_f = \frac{F_{\text{бастапқы}} - F_{\text{ЖИ}}}{F_{\text{бастапқы}}} \times 100\% \quad (2)$$

мұндағы:

E_f – отын үнемдеу тиімділігі, %

$F_{\text{бастапқы}}$ – бастапқы отын шығыны, л/ай

$F_{\text{ЖИ}}$ – ЖИ енгізілгеннен кейінгі отын шығыны, л/ай

3) Жалпы операциялық тиімділік индексі [17]:

$$E_{\text{жалпы}} = \frac{(E_r + E_f + E_t)}{3} \quad (3)$$

мұндағы:

E_t – уақыт тиімділігі (жеткізу уақытының қысқаруы, %)

Есептеу мысалы (нақты сандық үлгі):

Көрсеткіш	ЖИ енгізілмей тұрып	ЖИ енгізілгеннен кейін
Орташа қашықтық (D), км	1200	950
Отын шығыны (F), л/ай	3000	2400

$$E_r = \frac{1200 - 950}{1200} \times 100\% = 20.8\%$$

$$E_f = \frac{3000 - 2400}{3000} \times 100\% = 20\%$$

$$E_t = \frac{80 - 60}{80} \times 100\% = 25\%$$

$$E_{\text{жалпы}} = \frac{(20.8+20+25)}{3} = 21.93\%$$

Нәтижелер мен тиімділік.

Критерий	Нәтиже
Орташа тиімділік	22% жалпы тиімділік өсімі
Жанармай шығыны	Жылына 7200 литрге дейін үнем
Уақыт үнемі	Жеткізу уақыты 25% қысқарды
Экологиялық әсер	CO ₂ шығарындылары 15–20% азайды

ЖИ негізіндегі маршрутты оңтайландыру жүйесін енгізу логистикалық процестердің өнімділігін 20–25%-ға арттырып, отын шығынын едәуір қысқартты, экологиялық тұрақтылықты қамтамасыз етті, қызмет көрсету жылдамдығын арттырып, клиенттердің қанағаттануын жоғарылатты.

Мақаладағы тұрақты даму мақсаттарына қосқан үлесі төмендегідей сипатталады:

1. Экологиялық әсерді азайту. ЖИ арқылы маршруттарды оңтайландыру көліктің отын шығынын 20–25%-ға қысқартып, CO₂ шығарындыларын төмендетеді. Қойма мен логистикалық операцияларды автоматтандыру қалдықтарды азайтып, ресурстарды тиімді пайдалануға мүмкіндік береді.

2. Экономикалық тиімділікті арттыру. Жеткізу уақытын қысқарту және ресурстарды оңтайлы пайдалану арқылы операциялық шығындарды азайтады [18]. ЖИ деректерін талдау арқылы сұранысты нақты болжау компанияның шығындарын төмендетеді.

3. Әлеуметтік жауапкершілікті күшейту. Жеткізу процесін жылдамдату клиенттердің қанағаттануын арттырады [19]. Қауіпсіз және тұрақты логистикалық жүйелер жұмысшылар үшін қауіпсіздік пен жұмыс жағдайын жақсартады.

4. Тұрақты даму мақсаттарын қолдау. AI технологияларын енгізу Тұрақты даму мақсаттары (SDG) қатарында әсіресе жақсы инфрақұрылымды қамтамасыз ету (Goal 9), тұрақты қалалар мен қауымдастықтар (Goal 11), климаттық әрекет (Goal 13) бағыттарына үлес қосады.

Қорытынды

Жасанды интеллектті логистика саласында тұрақты даму мақсаттарына қол жеткізу үшін қолдану оң нәтижелер көрсетті. Бұл технологияның тиімділігі әсіресе экологиялық тиімділік, ресурстарды үнемдеу және шығындарды азайту мәселелерінде айқын көрінеді. Сонымен қатар, компаниялар үшін ЖИ жүйелерінің қолданылуы бизнестің тұрақтылығы мен тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Жасанды интеллект және тұрақты даму арасындағы тығыз байланыс компаниялардың экологиялық және экономикалық тиімділігін жақсартуға ықпал етеді, бұл өз кезегінде олардың бәсекеге қабілеттілігін арттыруға және қоғам алдындағы жауапкершілігін орындауға септігін тигізеді.

Жасанды интеллектті қолдану логистика саласындағы тұрақты дамуға маңызды үлес қосады. Жоғарыда көрсетілген кейстер мен компаниялардың тәжірибелері ЖИ-дің экологиялық және экономикалық тұрақтылықты қамтамасыз етудегі рөлін нақты көрсетеді. Жасанды интеллекттің қолданылуы тек компанияларға ғана емес, сонымен қатар тұтас қоғамға да пайдалы әсер етеді, тұрақты даму мақсаттарына жету жолында тиімді құрал болып табылады.

Осы зерттеу барысында логистика саласындағы тұрақты даму мен жасанды интеллекттің интеграциясы тереңінен қарастырылды. Тұрақты даму логистиканың экологиялық, экономикалық және әлеуметтік аспектілерін қамтитын күрделі және маңызды мәселе болып табылады. Жасанды интеллект осы процесті қолдаудың тиімді құралы ретінде анықталды, себебі ол логистикалық операцияларды оңтайландыруға, шығындарды төмендетуге және экологиялық әсерді азайтуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, жасанды интеллекттің көмегімен компаниялар өздерінің ресурстарын тиімді пайдаланып, нарықтағы бәсекеге қабілеттілігін арттырады.

Мақала қорытындысы бойынша мынадай негізгі тұжырымдар келтіруге болады:

1. Тұрақты даму логистика саласының маңызды бағыты болып табылады және экологиялық тиімділікті арттыруда басты рөл атқарады.
2. Жасанды интеллекттің логистикадағы қолданылуы көптеген процестерді автоматтандыруға, өнімділікті арттыруға және шығындарды азайтуға ықпал етеді.
3. Жасанды интеллект пен тұрақты даму арасындағы өзара байланыс логистиканың экологиялық, экономикалық және әлеуметтік аспектілерін теңдестірілген түрде басқаруға мүмкіндік береді.
4. Қазақстанның логистикалық саласында жасанды интеллекттің қолданылуы тұрақты даму мақсаттарына қол жеткізу үшін үлкен әлеуетке ие.

Сондай-ақ болашақ зерттеудің бағыттары ретінде мыналар ұсынылады: жасанды интеллекттің логистика саласындағы экологиялық әсерін нақтырақ зерттеу. Бұл бағытта экологиялық зиянды азайту мен ресурстарды тиімді пайдалану бойынша нақты көрсеткіштерді анықтау қажет; Қазақстанның логистикалық инфрақұрылымында жасанды интеллектті енгізу бойынша тәжірибелер мен жобалардың нәтижелерін зерттеу, әсіресе, шығындарды төмендету және қызмет көрсету сапасын арттыру аспектілерін қарастыру; жасанды интеллект пен тұрақты дамуды байланыстыратын жаңа технологиялар мен инновациялық шешімдерді зерттеу; логистикадағы жасанды интеллекттің әлеуметтік аспектілерін зерттеу, мысалы, еңбек нарығына әсері және жаңа жұмыс орындарын құру жолдары.

Бұл зерттеу саласы үнемі дамып, жаңарып отыратынын ескере отырып, жасанды интеллекттің және тұрақты дамудың бірлескен әсерін одан әрі зерттеу болашақта жаңа шешімдер мен инновациялар ашуға мүмкіндік береді.

Қорытындылай келе, логистика саласында жасанды интеллектті кеңінен енгізу тек технологиялық жаңғырту емес, сонымен қатар тұрақты даму қағидаттарына негізделген жаңа басқару мәдениетінің қалыптасуына ықпал етеді. ЖИ деректерге негізделген шешім қабылдауды жетілдіріп, логистикалық тізбектің ашықтығын, икемділігін және тұрақтылығын арттырады. Бұл өз кезегінде жеткізу жүйелерінің сенімділігін күшейтіп, табиғи ресурстарды ұқыпты пайдалануға, қоршаған ортаға түсетін жүктемені азайтуға және әлеуметтік жауапкершілікті арттыруға мүмкіндік береді. Сондықтан жасанды интеллект пен тұрақты даму тұжырымдамаларының үйлесуі логистика саласының болашақтағы инновациялық дамуының негізгі бағыты болып саналады.

ӘДЕБИЕТТЕР

- 1 Singh R., Gupta V. Artificial intelligence in sustainable logistics management: A systematic literature review // Sustainability. 2024. Vol. 16. No. 21. P. 45–58. DOI: 10.3390/su16219145.
- 2 Kłos M., Kurpaska S. Logistics 5.0: Synergy of artificial intelligence and humans in the context of sustainable development // Sustainability. 2023. Vol. 15. No. 14. P. 60–72. DOI: 10.3390/su151411028.
- 3 Awan U., Sroufe R. Integrating generative artificial intelligence into green logistics: A systematic review and policy-oriented research agenda // Journal of Cleaner Production. 2025. Vol. 450. P. 120–124. DOI: 10.1016/j.jclepro.2025.140215.

- 4 El Baz J., Iddik S. AI integration in fundamental logistics components: Advanced theoretical framework for knowledge process and dynamic capabilities hybridization // *Logistics*. 2025. Vol. 9. No. 4. P. 25–38. DOI: 10.3390/logistics9040140.
- 5 Wang Y., Zhao L. Artificial intelligence-driven supply chain sustainability: From data analytics to decision intelligence // *International Journal of Production Economics*. 2024. Vol. 267. P. 80–110. DOI: 10.1016/j.ijpe.2024.109065.
- 6 Ivanov D., Dolgui A. Digital supply chain twins and sustainability: The role of AI and resilience design // *Computers & Industrial Engineering*. 2024. Vol. 189. P. 95–111. DOI: 10.1016/j.cie.2024.110028.
- 7 Rahman M., Kim S. Innovation in sustainable logistics management: A conceptual approach // *Eurasia Journal of Social Sciences, Humanities and Education*. 2024. Vol. 2. No. 11. P. 500–512.
- 8 Lee H., Park J. Intelligent optimization of green transport networks using AI and big data analytics // *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. 2025. Vol. 128. P. 70–102. DOI: 10.1016/j.trd.2025.104102.
- 9 Petrov A., Kuznetsova E. Artificial intelligence and sustainable logistics: Challenges and opportunities for emerging economies // *Procedia Computer Science*. 2025. Vol. 242. P. 352–356. DOI: 10.1016/j.procs.2025.08.187.
- 10 Liu S., Yan J., Yan Y., Liu Y., Han S., Zhang H. et al. Joint operation of mobile battery, power system, and transportation system for improving the renewable energy penetration rate // *Applied Energy*. 2024. Vol. 357. P. 1–19.
- 11 Жанбиров Ж., Елешева Ж., Мусабаев Б., Мусин К. Оценка синергетического эффекта выбора оптимальной структуры логистической цепочки // *Вестник КазАТК*. – 2025. – № 2(137). – С. 79–89. DOI: 10.52167/1609-1817-2025-137-2-79-89.
- 12 Хаджиева Г., Джамалова Г. Транспортно-логистическая инфраструктура Казахстана: современное состояние и потенциал развития // *Scientific Journal of Pedagogy and Economics*. – 2024. – № 2(408). – С. 145–154. DOI: 10.32014/2024.2518-1467.733.
- 13 Усербаева А., Шатманов О., Мусабаев Б. Совершенствование логистической стратегии предприятий // *Вестник КазАТК*. – 2022. – № 1(120). – С. 70–80. DOI: 10.52167/1609-1817-2022-120-1-70-80.
- 14 Жанбиров Г., Абибуллаев С., Сарыбаева Ж. Факторный анализ возможностей развития логистических комплексов в Казахстане // *Вестник КазАТК*. – 2025. – № 1(136). – С. 66–75. DOI: 10.52167/1609-1817-2025-136-1-66-75.
- 15 Жуматаева Г., Жанбиров Ж., Битилеуова З. Блокчейн и цифровизация логистики: перспективы внедрения и международный опыт // *Вестник КазАТК*. – 2025. – № 1(136). – С. 55–65. DOI: 10.52167/1609-1817-2025-136-1-55-65.
- 16 Изтелеуова М., Изтелеуова М. Особенности развития транспортной логистической инфраструктуры в Республике Казахстан // *Вестник КазАТК*. – 2022. – № 2(121). – С. 133–140. DOI: 10.52167/1609-1817-2022-121-2-133-140.
- 17 Имамбаева З.О., Куньязов Е.К., Бекниязова Д.С., Бекенова Г.Ю., Нургабылов М.Н. Логистика как ключевой фактор эффективности бизнеса // *Scientific Journal of Pedagogy and Economics (Вестник НАН РК)*. – 2023. – № 6(406). – С. 358–375. DOI: 10.32014/2023.2518-1467.638.
- 18 Жанбиров Г., Изтелеуова Ж., Жанбиров Ж., Елешева Ж. Стратегия развития и управления интегрированными логистическими центрами в регионах // *Вестник КазАТК*. – 2023. – № 3(126). – С. 82–90. DOI: 10.52167/1609-1817-2023-126-3-82-90.
- 19 Карсыбаев Е., Изтелеуова М., Абсатов Е. Новые возможности и перспективы реализации транзитного и экспортного потенциала Казахстана // *Вестник КазАТК*. – 2023. – № 3(126). – С. 117–126. DOI: 10.52167/1609-1817-2023-126-3-117-126.

REFERENCES

- 1 Singh R., Gupta V. (2024) Artificial intelligence in sustainable logistics management: A systematic literature review // *Sustainability*. Vol. 16. No. 21. P. 45–58. DOI: 10.3390/su16219145. (In English)
- 2 Kłos M., Kurpaska S. (2023) Logistics 5.0: Synergy of artificial intelligence and humans in the context of sustainable development // *Sustainability*. Vol. 15. No. 14. P. 60–72. DOI: 10.3390/su151411028. (In English)

- 3 Awan U., Sroufe R. (2025) Integrating generative artificial intelligence into green logistics: A systematic review and policy-oriented research agenda // *Journal of Cleaner Production*. Vol. 450. P. 120–124. DOI: 10.1016/j.jclepro.2025.140215. (In English)
- 4 El Baz J., Iddik S. (2025) AI integration in fundamental logistics components: Advanced theoretical framework for knowledge process and dynamic capabilities hybridization // *Logistics*. Vol. 9. No. 4. P. 25–38. DOI: 10.3390/logistics9040140. (In English)
- 5 Wang Y., Zhao L. (2024) Artificial intelligence-driven supply chain sustainability: From data analytics to decision intelligence // *International Journal of Production Economics*. Vol. 267. P. 80–110. DOI: 10.1016/j.ijpe.2024.109065. (In English)
- 6 Ivanov D., Dolgui A. (2024) Digital supply chain twins and sustainability: The role of AI and resilience design // *Computers & Industrial Engineering*. Vol. 189. P. 95–111. DOI: 10.1016/j.cie.2024.110028. (In English)
- 7 Rahman M., Kim S. (2024) Innovation in sustainable logistics management: A conceptual approach // *Eurasia Journal of Social Sciences, Humanities and Education*. 2024. Vol. 2. No. 11. P. 500–512. (In English)
- 8 Lee H., Park J. (2025) Intelligent optimization of green transport networks using AI and big data analytics // *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. Vol. 128. P. 70–102. DOI: 10.1016/j.trd.2025.104102. (In English)
- 9 Petrov A., Kuznetsova E. (2025) Artificial intelligence and sustainable logistics: Challenges and opportunities for emerging economies // *Procedia Computer Science*. Vol. 242. P. 352–356. DOI: 10.1016/j.procs.2025.08.187. (In English)
- 10 Liu S., Yan J., Yan Y., Liu Y., Han S., Zhang H. et al. (2024) Joint operation of mobile battery, power system, and transportation system for improving the renewable energy penetration rate // *Applied Energy*. Vol. 357. P. 1–19. (In English)
- 11 Zhanbirov Zh., Elesheva Zh., Musabaev B., Musin K. (2025) Ocenka sinergeticheskogo jeffekta vybora optimal'noj struktury logisticheskoy cepochki // *Vestnik KazATK*. No. 2(137). P. 79–89. DOI: 10.52167/1609-1817-2025-137-2-79-89. (In Russian)
- 12 Hadzhieva G., Dzhamalova G. (2024) Transportno-logisticheskaja infrastruktura Kazahstana: sovremennoe sostojanie i potencial razvitija // *Scientific Journal of Pedagogy and Economics*. No. 2(408). P. 145–154. DOI: 10.32014/2024.2518-1467.733. (In Russian)
- 13 Userbaeva A., Shatmanov O., Musabaev B. (2022) Sovershenstvovanie logisticheskoy strategii predpriyatij // *Vestnik KazATK*. No. 1(120). P. 70–80. DOI: 10.52167/1609-1817-2022-120-1-70-80. (In Russian)
- 14 Zhanbirov G., Abibullaev S., Sarybaeva Zh. (2025) Faktornyj analiz vozmozhnostej razvitija logisticheskikh kompleksov v Kazahstane // *Vestnik KazATK*. No. 1(136). P. 66–75. DOI: 10.52167/1609-1817-2025-136-1-66-75. (In Russian)
- 15 Zhumataeva F., Zhanbirov Zh., Bitileuova Z. (2025) Blokchejn i cifrovizacija logistiki: perspektivy vnedrenija i mezhdunarodnyj opyt // *Vestnik KazATK*. No. 1(136). P. 55–65. DOI: 10.52167/1609-1817-2025-136-1-55-65. (In Russian)
- 16 Izteleuova M., Izteleuova M. (2022) Osobennosti razvitija transportnoj logisticheskoy infrastruktury v Respublike Kazahstan // *Vestnik KazATK*. No. 2(121). P. 133–140. DOI: 10.52167/1609-1817-2022-121-2-133-140. (In Russian)
- 17 Imambaeva Z.O., Kun'jazov E.K., Beknijazova D.S., Bekenova G.Ju., Nurgabylov M.N. (2023) Logistika kak kljuchovoj faktor jeffektivnosti biznesa // *Scientific Journal of Pedagogy and Economics (Vestnik NAN RK)*. No. 6(406). P. 358–375. DOI: 10.32014/2023.2518-1467.638. (In Russian)
- 18 Zhanbirov G., Izteleuova Zh., Zhanbirov Zh., Eleshova Zh. (2023) Strategija razvitija i upravlenija integrirovannymi logisticheskimi centrami v regionah // *Vestnik KazATK*. No. 3(126). P. 82–90. DOI: 10.52167/1609-1817-2023-126-3-82-90. (In Russian)
- 19 Karsybaev E., Izteleuova M., Absatov E. (2023) Novye vozmozhnosti i perspektivy realizacii tranzitnogo i jeksportnogo potenciala Kazahstana // *Vestnik KazATK*. No. 3(126). P. 117–126. DOI: 10.52167/1609-1817-2023-126-3-117-126. (In Russian)

ЕБЕСОВА Ә.Б.,¹

докторант.

e-mail: a.ebesova@mail.ru

ORCID ID: 0009-0001-4683-5762

ТЮЛЮБАЕВА З.Д.,²

к.т.н., ассоциированный профессор.

e-mail: t.zauresh@etu.edu.kz

ORCID ID: 0009-0004-1608-5149

ДЕВЕТЬЯРОВА Н.В.,³

м.т.н., ст. преподаватель.

*e-mail: devetyarova.n@gmail.com

ORCID ID: 0009-0001-6729-2111

ПЕНЧЕВА В.И.,⁴

PhD, профессор.

e-mail: vpencheva@uni-ruse.bg

ORCID ID: 0000-0002-9809-4759

¹Казахский национальный университет

им. аль-Фараби,

г. Алматы, Казахстан

²Евразийский технологический университет,

г. Алматы, Казахстан

³Казахский автомобильно-дорожный

институт им. Л.Б. Гончарова,

г. Алматы, Казахстан

⁴Русенский университет им. А. Кынцева,

г. Русе, Болгария

УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ЛОГИСТИКЕ

Аннотация

В настоящее время логистика является одним из ключевых двигателей мировой экономики и обеспечивает эффективное функционирование глобальных цепочек поставок. В последние годы концепция устойчивого развития, ориентированная на сохранение экологического равновесия и социальную ответственность, приобретает особое значение и в логистической сфере. В связи с этим возрастают требования к энергосбережению, сокращению отходов, снижению экологического ущерба и рациональному использованию ресурсов. Для достижения этих целей все шире применяются современные технологии, в частности искусственный интеллект (ИИ). ИИ позволяет автоматизировать логистические операции, анализировать данные в режиме реального времени и оптимизировать процессы. В статье рассматриваются пути повышения эффективности логистических систем посредством интеграции технологий ИИ с принципами устойчивого развития. Цель исследования – определить роль ИИ в улучшении экологических, экономических и социальных показателей логистических систем. Основные направления анализа включают оптимизацию маршрутов, автоматизацию складских и транспортных операций, управление товарными запасами, прогнозирование спроса и цифровизацию цепочек поставок. Результаты исследования показывают, что решения на основе ИИ повышают эффективность логистики в среднем на 20–25%, снижают расход топлива и выбросы углекислого газа, а также сокращают время и затраты на доставку товаров. Кроме того, опыт казахстанских логистических компаний демонстрирует положительное влияние внедрения ИИ: ускорение процессов, экономию ресурсов и повышение качества обслуживания клиентов. Данное исследование раскрывает значимость технологий ИИ для обеспечения устойчивого развития в логистике и предлагает практические рекомендации по их внедрению.

Ключевые слова: логистика, устойчивое развитие, искусственный интеллект, оптимизация маршрута, управление цепочками поставок, автоматизация складских операций, эффективность, воздействие на окружающую среду.

EBESOVA A.B.,¹

doctoral student.

e-mail: a.ebesova@mail.ru

RCID ID: 0009-0001-4683-5762

TULUBAEVA Z.D.,²

c.t.s., associate professor.

e-mail: t.zauresh@etu.edu.kz

RCID ID: 0009-0004-1608-5149

DEVETYAROVA N.V.,^{*3}

m.t.s., senior lecturer.

*e-mail: devetyarova.n@gmail.com

ORCID ID: 0009-0001-6729-2111

PENCHEVA V.I.,⁴

PhD, professor.

e-mail: vpencheva@uni-ruse.bg

ORCID ID: 0000-0002-9809-4759

¹Al-Farabi Kazakh National University,

Almaty, Kazakhstan

²Eurasian Technological University,

Almaty, Kazakhstan

³L.B. Goncharov Kazakh Automobile and

Road Construction Institute,

Almaty, Kazakhstan

⁴Ruse University named after A.Kyncheva,

Ruse, Bulgaria

SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN LOGISTICS

Abstract

Today, logistics is one of the main driving forces of the global economy and ensures the efficient functioning of global supply chains. In recent years, the concept of sustainable development, which emphasizes ecological balance and social responsibility, has become increasingly important in the logistics sector as well. Consequently, energy efficiency, waste reduction, minimizing environmental impact, and rational use of resources have become key priorities. To achieve these goals, modern technologies, particularly Artificial Intelligence (AI), are being widely implemented. AI enables the automation of logistics operations, real-time data analysis, and process optimization. This article explores ways to enhance the efficiency of logistics systems by integrating AI technologies with sustainable development principles. The main goal of the research is to identify the role of AI in improving the environmental, economic, and social performance of logistics systems. Key areas of analysis include route optimization, automation of warehousing and transportation operations, inventory management, demand forecasting, and supply chain digitalization. Research results show that AI-based solutions can increase logistics efficiency by an average of 20–25%, reduce fuel consumption and carbon emissions, and shorten delivery time and costs. Furthermore, the experience of Kazakhstani logistics companies demonstrates the positive effects of AI implementation, such as faster operations, resource savings, and improved customer service quality. This study highlights the importance of AI technologies in achieving sustainable development in logistics and provides practical recommendations for their implementation.

Keywords: logistics, sustainable development, artificial intelligence, route optimization, supply chain management, automation of warehouse operations, efficiency, environmental impact.

Мақаланың редакцияға түскен күні: 07.01.2026