



ЖИ ҚҰРАЛДАРЫ НЕГІЗІНДЕ ЖЕТКІЗІЛІМ ТІЗБЕГІН БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІН ҚАЛЫПТАСТЫРУДЫҢ КОНЦЕПТУАЛДЫҚ МОДЕЛІ

С.Қ. Мұратов*¹ , Е.К. Молдакенова² , М.Б. Толысбаева³ 

^{1,2}Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

³ Астана халықаралық университеті, Астана, Қазақстан

E-mail: ¹muratovsayat@gmail.com, ²erke_totai_77@mail.ru, ³madina.tolysbaeva@mail.ru

Аңдатпа. Мақалада ЖИ негізіндегі жеткізілім тізбегін басқару (ЖҚБ) жүйесінің концептуалдық моделі ұсынылады. Зерттеудің өзектілігі жүйелік интеграция мәселесімен байланысты. Қазіргі зерттеулерде ЖИ көбіне бөлек қолданылады. Ол сұранысты болжауға жиі пайдаланылады. Маршруттарды оңтайландыру да кең таралған. Қойма операциялары да жеке қарастырылады. Алайда бұл шешімдер сирек біріктіріледі. Корпоративтік архитектура қағидалары толық жүйеленбеген.

Зерттеудің мақсаты - ЖҚБ архитектурасын негіздеу. Ұсынылған модель үш модульді біріктіреді. Олар жоспарлау, орындау және бақылау. Архитектура төрт өзара байланысты қабатты қамтиды. Деректер қабаты бастапқы негіз болады. Модельдік қабат аналитикалық міндет атқарады. Шешім қабылдау басқарушылық әрекетті қалыптастырады. Кері байланыс жүйені тұрақты жетілдіреді. Әдістер - зерттеуде жүйелік талдау әдісі қолданылды. Ғылыми әдебиеттер салыстырылып, жүйеленді. Концептуалдық модельдеу де пайдаланылды. Салыстырмалы-логикалық талдау бағалау жүйесін негіздеді.

Нәтижесінде «дерек - модель - шешім - кері байланыс» архитектурасы ұсынылды. Болжау, оңтайландыру және тәуекел модельдері айқындалды. Сценарийлік модельдердің орны да анықталды. Қорытындылар - адам мен жүйе әрекетінің режимдері негізделді. Бағалау модель сапасы мен бизнес әсерін біріктіреді. Ұсынылған модель ЖИ енгізуді кезеңдеуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар оның нәтижесін дәлелді бағалауға негіз қалыптастырады.

Түйін сөздер: жеткізілім тізбегі, жасанды интеллект, басқару жүйесі, негізгі тиімділік көрсеткіштері, концептуалдық модель.

Received 16.03.2026. Revised 06.08.2026. Accepted 31.08.2026. Available online 30.09.2026

*Corresponding author

Кіріспе

Жеткізілім тізбегін басқару (ЖҚБ) қазіргі экономикада маңызды орын алады. Ол ұйымдағы құн қалыптастыру үдерісін тікелей қолдайды. ЖҚБ жоспарлау, сатып алу, өндіріс, қоймалау, тасымал және бақылау үдерістерін біріктіреді. Сондықтан ол тек логистикалық қызмет емес. Ол өзара байланысты басқарудың күрделі жүйесі саналады.

Соңғы жылдары нарықтық орта күрделене түсті. Сұраныс жиі және жылдам өзгереді. Логистикалық инфрақұрылымда шектеулер әлі сақталған. Өндірістік қуаттар да тұрақты болмайды. Геосаяси және климаттық тәуекелдер күшейді. Электрондық сауда жаңа талаптар қалыптастырды. Көпарналы сату бұл өзгерісті жеделдетті. Мұндай жағдайда операцияларды тіркеу жеткіліксіз. Басқару деректерге негізделген талдауды қажет етеді. Болашақ өзгерістер алдын ала бағалануы тиіс.

ЖИ үлкен деректерді біріктіре алады. Нәтижелер басқарушылық таңдауды негіздеуге жол аша алады. Аталған жұмыс мүмкіндіктері арқылы жұмыс процесінде кері байланыс жеңілдейді. Осылайша ЖИ жұмысы күрделі жүйелерді қадағалауға мүмкіндік береді (Min, 2010; Lechtenberg & Hellingrath, 2021).

Дегенмен әдебиетте ЖИ көбіне жеке міндеттерде қарастырылады. Сұранысты болжау кең зерттелген бағыт саналады. Маршрутты оңтайландыру да жиі қарастырылады. Қойма операциялары бөлек зерттеу нысаны. Тәуекелдерді анықтау да жеке талданады (Lechtenberg & Hellingrath, 2021; Culot et al., 2024). Алайда бұл шешімдер бір жүйеге сирек біріктіріледі. Деректер, модельдер және шешімдер арасындағы байланыс толық жүйеленбеген. Тиімділікті бағалау тәсілдері де біркелкі емес. Соның салдарынан пилоттық жобалар жиі шектеліп қалады. Олар тұтас ЖҚБ-платформаға айнала бермейді.

Қазақстан үшін бұл мәселе ерекше өзекті. Елде логистиканы цифрландыру үдерісі жүріп жатыр. Тасымал саласында да технологиялық өзгерістер байқалады. Бірақ деректер сапасы әлі шешуші мәселе. Ақпараттық жүйелердің интеграциясы да әлсіз болуы мүмкін. Бірыңғай платформалық орта толық қалыптаспаған. Кадрлық әлеует те біркелкі дамымаған. Бұл факторлар ЖИ тиімділігін төмендетуі ықтимал (Sarybayev et al., 2022; Mamrayeva et al., 2022; Samieva et al., 2025).

Зерттеудің мақсаты ЖИ негізіндегі ЖҚБ моделін ұсыну. Жүйе тұтас құрылым ретінде қарастырылады. Оның негізін деректер қабаты құрайды. Аналитикалық модельдер деректерді өңдейді. Нәтиже басқарушылық шешімге айналады. Жоспарлау, орындау және бақылау байланысады. Шешім нәтижесі қайта бағаланып отырады.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы осы тұтастықтан көрінеді. ЖҚБ дерек, модель, шешім арқылы құрылады. Кері байланыс жүйені толықтырады. Бұл логика цифрландыру қағидаларымен сабақтасады (Deeru & Ravi, 2021). Біздіңше, ЖИ құндылығы дәлдікпен шектелмейді. Оның әсері нақты нәтижеден көрінеді. Сондықтан модель сапасы қатар бағаланады. Бизнес нәтижесі де назардан тыс қалмайды (Beamon, 1999; Gunasekaran et al., 2001; APICS, 2017).

Зерттеуде жүйелік талдау әдісі қолданылды. Концептуалдық модельдеу құрылымды нақтылады. Салыстырмалы талдау оны теориялық негіздеді. Практикалық тұрғыда модель енгізуді бағыттады. Ол деректер мен мониторингті байланыстырады. Бұл Қазақстан ұйымдары үшін маңызды.

Біздің зерттеуіміздің ғылыми болжамы жүйелілікке негізделеді. ЖИ жеке құрал ретінде шектеулі нәтиже береді. Ол біртұтас ЖҚБ ішінде тиімді жұмыс істейді. Деректер тұрақты жиналып отыруы қажет. Олардың сапасы үнемі бақылануы тиіс. Модель нәтижесі нақты шешімге айналуы керек. Шешім әсері қайта бағаланып отырады. Осындай цикл ЖИ құндылығын арттырады. Ол жоспарлау мен орындауды өзара жақындастырады. Сонымен бірге бақылаудың сапасын күшейтеді.

Әдебиетке шолу

Жеткізілім тізбегін басқаруда жасанды интеллектіні қолдану жаңа құбылыс емес. Бұл бағыт ғылыми әдебиетте бұрыннан зерттеледі. Алғашқы еңбектер оның мүмкіндігін жүйеледі. Min (2010) осы бағытты кең қарастырды. Автор бірнеше ЖИ тәсілдерін талдады. Олардың басқарудағы әлеуетін де көрсетті. Зерттеуде нейрондық желілерге назар аударылды. Генетикалық алгоритмдер де жеке қарастырылды. Анық емес логика да бағаланды. Көпагентті тәсілдер де талдауға кірді. Бұл әдістер жоспарлауды қолдай алады. Олар

шешім қабылдауды да жетілдіреді. Бірақ енгізу әрдайым оңай болмады. Негізгі кедергі технологияда ғана емес. Ұйымдық дайындық та шешуші болды. Қолдану мәдениеті де маңызды саналды.

Кейінгі зерттеулер бұл бағытты тереңдетті. ЖИ көбіне жеке міндеттерге қолданылады. Сұранысты болжау соның бір мысалы. Маршруттарды оңтайландыру да кең таралған. Қойма үдерістері де жиі зерттеледі. Тәуекелдерді ерте анықтау да маңызды. Мұндай шешімдердің практикалық мәні жоғары. Бірақ олар жүйелік деңгейге сирек өтеді. Корпоративтік интеграция толық қалыптаспаған. Деректерді басқару да біркелкі емес. Мониторинг пен сүйемелдеу де әлсіз. Соның салдарынан шешімдер оқшау қалады. Олар тұтас ЖҚБ жүйесін құрмайды (Lechtenberg & Hellingrath, 2021; Culot et al., 2024).

Ғылым мен индустрия арасында алшақтық сақталған. Ұйымдарға үздіксіз деректер ағыны қажет. Функциялар өзара байланыста жұмыс істеуі тиіс. Ал зерттеулер көбіне дәлдікке бағытталады. Енгізу талаптары кейінгі орында қалады. Біздің пайымдауымызша мәселе дәл осы тұста. Себебі жақсы модельдің өзі жеткіліксіз. Ол ұйымдық жүйеге дұрыс енуі қажет.

Culot et al. (2024) осыны нақтылайды. ЖИ табысы алгоритмге ғана тәуелді емес. Ұйымаралық дерек алмасу маңызды рөл атқарады. Процестердің үйлесімділігі де шешуші мәнде. Басқару тәртібі де нәтижеге әсер етеді. Технологиялық дайындық та қатар қажет. Демек, ЖИ енгізу кешенді сипатта болуы тиіс. Бұл жерде техникалық шешім жалғыз жеткіліксіз.

ЖИ үшін цифрландыру базасы қажет. Деректер тұрақты түрде жиналуы тиіс. ERP жүйелері негізгі ақпаратты береді. WMS қоймалық деректерді қалыптастырады. TMS тасымал үдерістерін көрсетеді. IoT нақты уақыт деректерін толықтырады. Сыртқы нарықтық ақпарат та маңызды. Бірақ деректердің көп болуы жеткіліксіз. Олардың сапасы тұрақты бақылануы керек. Өзектілік те үнемі тексерілуі тиіс. Контекстік мағына да сақталуы қажет. Әйтпесе талдау нәтижесі бұрмалануы мүмкін.

Деери және Ravi (2021) бұл байланысты жүйелейді. Олар DIKW иерархиясын қолданады. Бұл логика төрт деңгейден тұрады. Дерек бастапқы негіз ретінде алынады. Ақпарат сол деректен қалыптасады. Білім талдау арқылы пайда болады. Даналық басқарушылық таңдауға жақындатады. Бұл көзқарас ЖҚБ үшін орынды. Өйткені дерек өздігінен шешім емес. Оны басқарушылық мәнге айналдыру қажет. Сондықтан ЖИ архитектурасы да сатылы құрылады. Дерек модельмен тікелей байланысуы тиіс. Модель шешімге қызмет етуі керек.

ЖИ құндылығы болжаумен шектелмейді. Оңтайландыру да соңғы нәтиже емес. Негізгі мәселе шешімнің орындалуында жатыр. Орындалған әрекет міндетті түрде бақыланады. Нәтиже қайтадан жүйеге енгізіледі. Осыдан жабық цикл қалыптасады. Бұл цикл жүйенің үйренуін қолдайды. Ол қателерді ертерек анықтауға көмектеседі. Сонымен бірге тәуекелдерді төмендетеді. Belhadi et al. (2021) осыған жақын тұжырым ұсынады. Авторлар ұйымдық қабілеттерді маңызды деп санайды. Серіктестер арасындағы үйлесім де қажет.

Baryannis et al. (2019) ЖИ-дің тәуекелдерді болжаудағы мүмкіндігін көрсетеді. Бірақ оны ұйымдық жүйеге енгізу әлі толық қалыптаспаған. Осы тұста цифрлық бірізділік маңызды рөл атқарады. Ол нақты жүйенің цифрлық бейнесін жасайды. Процестер модель арқылы бақыланады. Сценарийлер алдын ала тексеріледі. Іркілістер де ертерек бағаланады. Нәтижелер кері байланыспен түзетіледі. Бұл әлеуетті Ivanov және Dolgui (2020) көрсетеді. Huang et al. (2021) де осы бағытты қолдайды. Біздің болжауымыз бойынша цифрлық бірізділік ЖИ моделін операциялық басқарумен байланыстырады.

ЖҚБ тиімділігін өлшеу де маңызды. Дәстүрлі көрсеткіштер әлі өзекті. Шығын негізгі өлшем болып қалады. Уақыт та маңызды нәтиже көрсетеді. Сенімділік те тұрақтылықты сипаттайды. Икемділік өзгеріске бейімделуді көрсетеді. Қор деңгейі капитал жүктемесін ашады. Beamon (1999) өлшем таңдауын жүйелейді. Көрсеткіш мақсатқа сәйкес болуы керек. Gunasekaran et al. (2001) деңгейлерді ажыратады. Олар стратегиялық өлшемдерді бөлек қарастырады. Тактикалық және операциялық өлшемдер де бөлінеді.

Balanced Scorecard тәсілі де қолданылады. Ол бағалауды бірнеше қырдан жүргізеді. Қаржылық нәтиже жеке қаралады. Клиенттік көрсеткіштер де қатар есептеледі. Ішкі процестер де бағаланады. Даму қабілеті де назарда болады (Bhagwat & Sharma, 2007). SCOR моделі де кең таралған. Ол сенімділік пен жылдамдықты қамтиды. Икемділік те негізгі атрибут саналады. Шығын мен активтер де өлшенеді (APICS, 2017).

ЖИ қолданылатын ЖҚБ-де бағалау кеңеюі тиіс. Тек операциялық KPI жеткіліксіз болады. Модель сапасы да бірге өлшенеді. Болжау қатесі негізгі көрсеткіштердің бірі. MAPE пайыздық ауытқуды сипаттайды. MAE абсолюттік қатені көрсетеді. RMSE ірі қателерге сезімтал. Уақыт бойынша өзгеріс те маңызды. Деректер

дрейфі де бақылануы керек. Бірақ техникалық дәлдік соңғы мақсат емес. Бизнеске әсері бөлек бағалануы қажет. Қор деңгейінің азаюы маңызды нәтиже. Қызмет көрсету сапасы да есептеледі. Тасымал шығындары да талданады. Уақытылы жеткізу де негізгі өлшем. Осы байланыс ЖИ құндылығын нақтылайды.

Қазақстанда да мәселе өзекті. Цифрлық трансформация белсенді жүріп жатыр. Логистика саласында өзгерістер байқалады. Бірақ инфрақұрылым біркелкі дамымаған. Sarybayev et al. (2022) осыны көрсетеді. Технологиялық дайындық тиімділікпен байланысты. Mamrayeva et al. (2022) кадр мәселесін көтереді. IT құзыреттерінің жетіспеуі кедергі болады. Samieva et al. (2025) платформалық шектеулерді атайды. Институционалдық факторлар да әсер етеді. Бұл еңбектер ортақ қорытындыға келеді. Интеграциясыз тұрақты енгізу қиын.

Жалпы әдебиет бір маңызды ойды көрсетеді. ЖИ әлеуеті ғылыми тұрғыдан мойындалған. Бірақ жүйелік архитектура әлі толық емес. Дерек пен модель байланысы жеткіліксіз. Шешім мен кері байланыс та бытыраңқы. Бағалау жүйесі де толық біріктірілмеген. Сондықтан ұсынылатын концептуалдық модель осы олқылыққа бағытталады. Ол ЖИ-ды жеке құрал деп қарастырмайды. Керісінше, оны корпоративтік жүйеге біріктіреді. Біздің пайымымызша, дәл осы тұтастық маңызды. Ол ЖҚБ-нің тұрақты дамуына негіз болады.

Зерттеу әдістері

Зерттеудің әдістемелік негізі - жеткізілім тізбегіне ЖИ енгізу мәселесін жүйелік талдау. Ол құрылымдық тұрғыдан қарастырылды. Зерттеу гипотезасы нақты: ЖИ негізіндегі көпдеңгейлі басқару моделі шешімдер сапасын арттырады. Оған тиімділікті бағалаудың кешенді жүйесі қосымша қолданылады. Нәтижесінде логистикалық көрсеткіштер жақсарады. Бизнес нәтижелері де өседі. Осы гипотезаны тексеру үшін зерттеу 4 кезеңге бөлінді.

Біріншіден, ЖҚБ біртұтас басқару жүйесі ретінде талданды. Жоспарлау, орындау және бақылау өзара байланыстырылды. Бұл тәсіл деректердің рөлін анықтады. Модульдер арасындағы ықпалдастық та бағаланды. Кері байланыс тетіктері де ескерілді. Осы талдау басқару контурын айқындады.

Екіншіден, ғылыми әдебиеттер мазмұндық тұрғыда талданды. Отандық және шетелдік еңбектер салыстырылды. ЖИ қолдану бағыттары мен интеграция мәселелері қарастырылды. Деректерді басқару ерекшеліктері де сараланды. Талдау жеке шешімдердің басымдығын көрсетті. Корпоративтік архитектураның әлсіз тұстары да анықталды.

Үшіншіден, осы негізде концептуалдық модель құрылды. Оның архитектуралық деңгейлері өзара байланыстырылды. Деректер бастапқы негіз ретінде алынды. Модельдік талдау шешім қабылдауға бағытталды. Кері байланыс басқару циклін тұйықтады. Соның нәтижесінде жүйенің біртұтас логикасы қалыптасты.

Төртіншіден, салыстырмалы логикалық талдау бағалау жүйесін негіздеді. Дәстүрлі ЖҚБ көрсеткіштері өзара салыстырылды. SCOR атрибуттары да талдауға енгізілді. Олар модель сапасы көрсеткіштерімен салыстырылды. Операциялық нәтижелер де бірге қарастырылды. Бұл салыстыру өлшемдер байланысын көрсетті. Нәтижесінде кешенді бағалау тәсілі ұсынылды. Ол операциялық және модельдік нәтижелерді біріктіреді. Біздіңше, мұндай тәсіл ЖИ әсерін нақтырақ көрсетеді. Сонымен қатар басқарушылық нәтижені бағалауды күшейтеді.

Нәтижелер мен талқылау

Зерттеу нәтижесінде ЖИ негізіндегі ЖҚБ жүйесінің концептуалдық моделі ұсынылды. Модель жүйені нөлдік деңгейден құруға бағытталған. Оның логикасы тұтас басқаруға негізделеді. Жеткізілім тізбегі басынан соңына қамтылады. Жеке шешімдер бір ортаға біріктіріледі. Осы арқылы басқару фрагментті сипаттан арылтады. Біздің пайымымызша, негізгі артықшылық осында. ЖИ жеке құрал болып қалмайды. Ол басқару жүйесінің бөлігіне айналады.

Ұсынылған архитектура төрт қабатты қамтиды. Оның негізінде деректер қабаты орналасады. Келесі деңгей модельдік талдауды атқарады. Одан кейін шешім қабылданады. Соңғы қабат кері байланысты қамтамасыз етеді. Бұл құрылым бір логикамен жұмыс істейді. Дерек модельге тұрақты түрде беріледі.

Модель шешімге аналитикалық негіз жасайды. Шешім нақты әрекетке айналады. Нәтиже қайтадан жүйеге түседі. Осылай басқарудың жабық циклі қалыптасады.

Осылайша, ұсынылған концептуалдық модель ерекшелігі - жасанды интеллектіні жеке құрал ретінде емес, деректерден басқарушылық шешімге дейінгі толық циклді қамтитын біртұтас SCM-жүйе ретінде қалыптастыруға негіз болады. Бұл жүйе кері байланыс арқылы үздіксіз жетілдіріліп отырады.

Модельді жобалау бірнеше қағидаға сүйенеді. Негізгі назар деректерге аударылады. Деректер басқарылатын ресурс болуы қажет. Модельдер нақты міндетке қызмет етуі тиіс. Әр шешім өлшенетін нәтижемен байланысады. Кері байланыс тұрақты түрде жұмыс істейді. Осы қағидалар Кесте 1-де жинақталған. Кестеде іске асыру логикасы көрсетіледі. Сонымен бірге ықтимал тәуекелдер беріледі. Мұндай байланыс модельдің практикалық мәнін күшейтеді.

Кесте 1 – ЖҚБ жүйесін жобалаудың негізгі қағидалары

Жобалау қағидасы	Ғылыми негіздеме	Іске асыру тетігі	Негізгі тәуекел
Тұтас ЖҚБ жүйесі	Жоспарлау, орындау және бақылау бір контурда жұмыс істеуі тиіс	Процестік карта, SLA, бірыңғай шешім қабылдау контуры	Жекелеген шешімдер жүйелік нәтиже бермейді
Дерекке басымдық беру	Модель сапасы деректер сапасына тәуелді	Деректер сөздігі, MDM, сапа ережелері	Қате нәтиже және сенімнің төмендеуі
Қабатталған архитектура	Қабаттарды бөлу жауапкершілікті нақтылайды	Дерек, модель, шешім және кері байланыс қабаттары	Интеграция қиындап, техникалық қарыз өседі
Шешімге бағытталған ЖИ	Модель нәтижесі басқарушылық әрекетке айналуы тиіс	DSS ережелері, шектеулер, ұсыныс форматы	Аналитика практикалық әсер бермейді
Адам-жүйе серіктестігі	Адам бақылауы сенімділік пен жауапкершілікті сақтайды	Human-in-the-loop регламенті, жауапкершілік матрицасы	Қате автоматтандырылған шешімдер
Өлшенетін құндылық	Модель сапасы бизнес нәтижесімен бірге бағалануы тиіс	KPI матрицасы, before–after талдау	ЖИ әсерін дәлелдеу қиындайды
Қауіпсіздік және сәйкестік	Деректер мен шешімдер басқарылатын ортада қолданылуы тиіс	Қолжетімділікті бақылау, аудит, дерек саясаты	Ақпараттық және құқықтық тәуекелдер

Ескертпе: ЖҚБ-жүйені жобалаудың негізгі қағидалары негізінде авторлар құрастырған

Деректер қабаты базалық инфрақұрылым болып саналады. ЖИ сапасы деректерге тікелей тәуелді. Толықтық модель үйренуін тұрақтандырады. Нақтылық қате шешімдерді азайтады. Уақтылылық жедел әрекетке мүмкіндік береді. Бірізділік жүйелер арасындағы айырманы төмендетеді. Сондықтан күрделі алгоритм жеткіліксіз болуы мүмкін. Әлсіз дерек күрделі модельді де әлсіретеді. Бұл қағида ЖҚБ үшін маңызды.

Зерттеуде деректер бірнеше ортадан қарастырылды. Ішкі транзакциялық ақпарат негізгі базаны құрайды. Оған сату тарихы кіреді. Тапсырыстар ағыны да ескеріледі. Қор қозғалысы маңызды дерек береді. Жеткізу фактілері де қажет. Өндірістік жоспарлар жүйеге қосылады. Сатып алу операциялары да пайдаланылады. Қайтарымдар мен сервистік оқиғалар ескеріледі. Бұл деректер жоспарлау сапасын арттырады.

Жедел операциялық деректер бөлек мәнге ие. Олар нақты уақытқа жақын қалыптасады. Көлік телематикасы қозғалысты көрсетеді. GPS деректері маршрутты бақылауға көмектеседі. Қойма сканерлері операцияларды тіркейді. Өндірістік датчиктер ағындық ақпарат береді. Мұндай деректер орындауды бақылауды күшейтеді. Сонымен қатар ауытқулар ертерек байқалады. Бұл ЖҚБ серпінділігін арттырады.

Сыртқы ақпарат белгісіздікті азайтуға көмектеседі. Ауа райы жеткізуге әсер етеді. Мерекелік күнтізбе сұранысты өзгертеді. Нарықтық индекстер сыртқы қысымды көрсетеді. Бағалық сигналдар жоспарларға ықпал етеді. Жол жағдайы маршрут таңдауды өзгертеді. Тәуекел индикаторлары алдын ала ескерту береді. Біздіңше, сыртқы деректердің рөлі өседі. Себебі ЖҚБ жабық ортада жұмыс істемейді.

Деректерді басқару да міндетті шарт. Әр деректің иесі анықталуы тиіс. Қолжетімділік құқықтары нақты реттеледі. Өзгерістер толық тіркеліп отырады. Сапа талаптары алдын ала белгіленеді. Бірдей анықтамалар барлық жүйеде сақталады. Бұл тәртіп сенімділікті көтереді. Сонымен бірге пайдаланушылар сенімін күшейтеді. ЖИ шешімі түсінікті ортада жұмыс істейді.

Модельдік талдау қабаты деректерді түрлендіреді. Оның мақсаты ақпаратты шешімге дайындау. Болжау модельдері болашақты бағалайды. Олар сұранысты алдын ала есептейді. Жеткізу уақыты да болжанады. Орындау сенімділігі де бағаланады. Өндірістік қуаттылық та есепке алынады. Мұндай болжамдар жоспарлау сапасын жақсартады.

Оңтайландыру модельдері басқа міндет атқарады. Олар қолжетімді ресурстарды тиімді бөледі. Қор саясаты осы жерде есептеледі. Маршруттар баламалары өзара салыстырылады. Өндірістік кестелер де оңтайландырылады. Қойма ресурстары да қайта бөлінеді. Мұндай модельдер тек болжам жасамайды. Олар әрекет нұсқаларын таңдауға көмектеседі. Сондықтан олардың басқарушылық салмағы жоғары.

Диагностика мен тәуекел модельдері де қажет. Олар қалыптан тыс жағдайды анықтайды. Кешігу ықтималдығы алдын ала бағаланады. Жеткізушілер тәуекелі де талданады. Аномалиялар ерте кезеңде байқалады. Бұл әрекет уақытын қысқартады. Тәуекел шығыны да төмендеуі мүмкін. Әсіресе тұрақсыз ортада маңызы жоғары.

Сценарийлік модельдер баламаларды тексеруге мүмкіндік береді. Мұнда цифрлық бірізділік маңызды рөл атқарады. Жүйенің цифрлық бейнесі қалыптасады. Әртүрлі сценарий алдын ала сыналады. Іркілістердің ықтимал салдары бағаланады. Қуат шектеулері де тексеріледі. Сұраныс өзгерісі де модельденеді. Бұл тәсіл «не болады?» сұрағын кеңейтеді. Сонымен бірге әрекет салдарын көрсетеді. Мұндай ұстаным цифрлық бірізділік зерттеулерімен үйлеседі (Ivanov & Dolgui, 2020).

Модельдердің өндірістік өмірлік циклі сақталуы тиіс. Деректер алдымен дайындалады. Кейін модель құрылады және тексеріледі. Содан кейін өндірістік ортаға енгізіледі. Жұмыс сапасы тұрақты бақыланады. Қажет болса модель қайта оқытылады. Кейде қайта калибрлеу де жеткілікті. Осындай тәртіп модельді тұрақтандырады. Бір реттік жобаға айналумен сақтайды.

Шешім қабылдау қабаты ерекше маңызға ие. Аналитикалық нәтиже әрекетке айналуы керек. Бұл міндетті шешімді қолдау жүйесі атқарады. Кей жағдайда ЖИ ұсыныс береді. Соңғы шешімді адам қабылдайды. Басқа жағдайда жүйе нұсқа дайындайды. Адам оны бекітеді немесе түзетеді. Кейбір шешімдер автоматты орындалуы мүмкін. Бірақ шектеулер алдын ала белгіленеді.

Автоматтандыру деңгейі бірдей болмауы тиіс. Шешім тәуекелі міндетті түрде бағаланады. Қателіктің ықтимал құны ескеріледі. Модель түсіндірілгіштігі де маңызды. Нормативтік талаптар да шектеу қояды. Сондықтан толық автономия әрқашан орынды емес. Біздіңше, кезеңдік автоматтандыру қауіпсіздеу. Ол ұйымдық үйренуге уақыт береді. Сонымен қатар жауапкершілікті нақты бөледі.

Жүйенің басқарушылық сенімділігі адам қатысуымен де байланысты. Әсіресе тәуекелі жоғары шешімдерде бақылау қажет. Адам модель ұсынған нұсқаны бағалайды. Қажет болса контекстік түзету енгізеді. Бұл тәсіл жауапкершілікті сақтауға көмектеседі. Сонымен бірге түсіндірілгіштік талабын күшейтеді. ЖИ шешіміне соқыр тәуелділік азаяды. Ұйым модельдің шектеулерін жақсы түсінеді. Осындай human-in-the-loop қағидасы кезеңдік автоматтандырумен үйлеседі. Ол толық автономияға асықпауға мүмкіндік береді. Біздіңше, бұл ЖҚБ үшін орынды. Себебі жеткізілім шешімдері көп факторға тәуелді. Олардың салдары бірнеше бөлімге әсер етеді.

Ұсынылған жүйе үш модульді біріктіреді. Жоспарлау болашақ әрекеттерді дайындайды. Орындау қабылданған жоспарды іске асырады. Бақылау нақты нәтижені өлшейді. Бұл модульдер бөлек жұмыс

істемейді. Олар бір контурға біріктірілген. Жоспарлау сұраныс болжамын қолданады. Қор саясаты осы кезеңде айқындалады. Өндіріс пен сатып алу жоспарланады. Тасымал қуаты да есептеледі.

Орындау модулі операциялық әрекеттерді қамтиды. Тапсырыстар нақты орындауға беріледі. Қойма процестері осы жерде жүреді. Тасымал қозғалысы да басқарылады. Жеткізушілермен өзара әрекет ұйымдастырылады. Жедел деректер осы модульде қалыптасады. Олар бақылау қабатына тұрақты беріледі. Бұл жүйенің көрінімділігін арттырады.

Бақылау модулі нәтижені тұрақты салыстырады. Жоспар мен факт қатар қаралады. Ауытқулар ерте анықталады. Қызмет көрсету деңгейі бағаланады. Жеткізудің уақыттылығы да тексеріледі. Толық орындалу деңгейі де өлшенеді. Модель мінез-құлқы да бақыланады. Осы қорытындылар жоспарлауға қайта беріледі. Нәтижесінде тұйық басқару циклі жұмыс істейді.

Кері байланыс қабаты осы циклді ұстайды. Оның міндеті техникалық мониторингпен шектелмейді. Ол басқарушылық түзетуді де қамтамасыз етеді. Нақты нәтиже жоспармен салыстырылады. Қателердің себебі талданады. Модель сапасының өзгерісі анықталады. Деректер дрейфі де бақыланады. Қажет кезде қайта оқыту басталады. Жоспар параметрлері де қайта қаралады. Бұл ЖИ-ды динамикалық құралға айналдырады.

Кесте 2-де осы архитектура жинақталады. Онда қабаттар байланысы көрсетіледі. Деректер ағынының бағыты айқындалады. Модельден шешімге өтетін байланыс беріледі. Кері ағын да бөлек көрсетіледі. Бұл құрылым жүйенің тұтастығын ашады. Әсіресе басқарушылық жауапкершілік анық көрінеді.

Кесте 2 – ЖҚБ жүйесінің архитектуралық деңгейлері

Архитектуралық деңгей	Негізгі компоненттер	Кіріс деректер	Нәтиже	Жауапты рөлдер
Деректер қабаты	ERP, WMS, TMS; IoT; ETL/ELT; MDM; дерек сапасын бақылау	Транзакциялық, сенсорлық және сыртқы деректер	Тазаланған, стандартталған деректер; белгілер қоймасы	Деректер иесі, деректер инженері, бизнес-аналитик
Модельдік-аналитикалық қабат	Болжау, оңтайландыру, тәуекелді бағалау, сценарийлік модельдеу	Тарихи деректер, белгілер қоймасы, контекстік ақпарат	Болжамдар, тәуекел бағалары, басқарушылық ұсыныстар	Деректер ғалымы, ML инженері, салалық сарапшы
Шешім қабылдау қабаты	DSS, бизнес ережелері, шектеулер, сценарийлік талдау	Модель нәтижелері, операциялық шектеулер	Жоспарлар, маршруттар, тапсырыстар, қор саясаты	ЖҚБ менеджері, жоспарлаушы, диспетчер
Кері байланыс қабаты	Мониторинг, нәтижені салыстыру, қайта оқыту тетіктері	Нақты орындалу деректері, KPI	Модельді жаңарту және процесті түзету	Өнім иесі, MLOps маманы, бақылау қызметі

Ескертпе: (Culot et al. 2024) дереккөз негізінде авторлармен құрастырылған

Зерттеудің маңызды нәтижесі бағалау жүйесі болды. Ол екі өзара байланысты бағытты қамтиды. Бір бағыт модель сапасын өлшейді. Екіншісі бизнес әсерін көрсетеді. Мұндай бөлу техникалық нәтижені нақтылайды. Бірақ оларды бөлек қарастыру жеткіліксіз. Негізгі мән олардың байланысында жатыр. Жақсы модель бизнеске әсер етуі тиіс.

Модель сапасы бірнеше өлшеммен бағаланады. Болжау қатесі негізгі көрсеткіш болып қалады. Жүйелі ауытқу да маңызды белгі. Ықтималдық бағасының сәйкестігі тексеріледі. Уақыт бойынша тұрақтылық та өлшенеді. Жауап беру жылдамдығы да ескеріледі. Қолданылу ауқымы да назарда болады. Бұл көрсеткіштер техникалық сенімділікті сипаттайды.

Бизнес нәтижелері бөлек бақыланады. Шығын көлемінің өзгерісі өлшенеді. Қызмет көрсету деңгейі салыстырылады. Сенімділік динамикасы да қаралады. Активтерді пайдалану тиімділігі бағаланады. Уақыт көрсеткіштері де есепке алынады. Қор деңгейі де маңызды нәтиже. Жеткізудің уақытылы орындалуы бағаланады. Толық жеткізу деңгейі де тексеріледі. Мұндай өлшемдер классикалық ЖҚБ зерттеулерімен сабақтасады (Beamon, 1999; Gunasekaran et al., 2001; APICS, 2017).

Кесте 3 осы байланысты жүйелейді. Онда модульдер мен көрсеткіштер сәйкестендіріледі. Модель метрикасы бизнес нәтижесімен байланысады. Мысалы, болжам қатесі азаюы мүмкін. Бұл қор саясатын өзгертуге әсер етеді. Қор тапшылығы да азаюы ықтимал. Артық қор көлемі де төмендейді. Бірақ мұндай әсер автоматты емес. Ол ұйым саясатына тәуелді.

Кесте 3 – ЖҚБ модульдері бойынша негізгі көрсеткіштер

Модуль	Модель сапасының көрсеткіштері	Бизнес нәтижесінің көрсеткіштері	Байланыстыру логикасы
Жоспарлау	MAPE, MAE, RMSE, жүйелі ауытқу	Қор айналымдылығы, тауар жетіспеушілігі, қызмет көрсету деңгейі, қор ұстау құны	Болжам дәлдігі артады → қор оңтайланады → тапшылық пен шығын азаяды
Орындау	Жеткізу уақытын болжау дәлдігі, кешігуді болжау сапасы	Уақытында және толық жеткізу, тасымал шығыны, жеткізу уақыты	Болжау дәлдігі артады → қайта жоспарлау жақсарады → сенімділік өсіп, шығын төмендейді
Бақылау	Ауытқуды анықтау уақыты, аномалияны анықтау дәлдігі	Әрекет ету уақыты, қызмет көрсету деңгейінің бұзылуы, қаржылық шығын	Ауытқу ерте анықталады → әрекет жеделдейді → бұзушылық пен шығын азаяды

Ескертпе: авторлармен құрастырылған

Себеп пен салдарды дәлелдеу маңызды. Тек корреляция жеткіліксіз болуы мүмкін. Енгізуге дейінгі база анықталуы керек. Кейінгі нәтиже сол базамен салыстырылады. Қажет жағдайда эксперименттік бағалау қолданылады. Осы тәсіл ЖИ құндылығын нақтылайды. Масштабтау шешімі дәлелге сүйенеді. Бұл ресурсты тиімсіз жұмсауды азайтады.

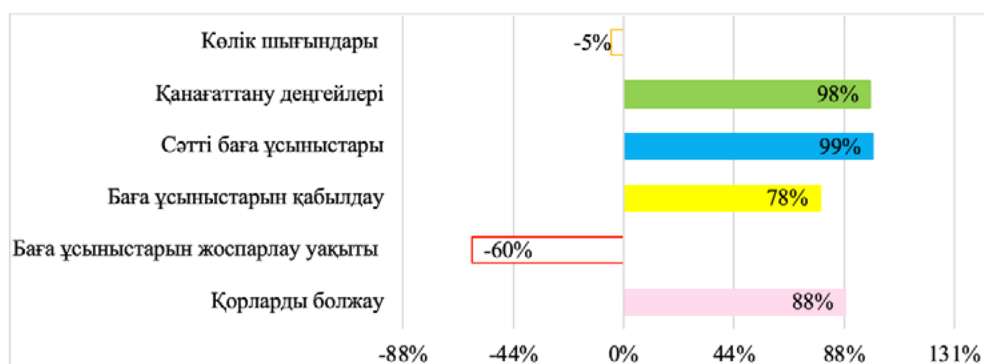
Ұсынылған модель кезеңдік енгізуді қолдайды. Алдымен деректер инфрақұрылымы нығаяды. Кейін сапа тұрақтандырылып отырады. Содан соң басым қолданба таңдалады. Оның нәтижесі нақты өлшенеді. Сәттілік дәлелденсе, ауқым кеңейеді. Бұл тәсіл тәуекелді төмендетеді. Сонымен қатар ұйымдық бейімделуді жеңілдетеді.

Өзгерістерді басқару да қатар жүреді. Жаңа жүйе тек технология емес. Ол жұмыс тәртібін де өзгертеді. Пайдаланушылар рөлі қайта анықталуы мүмкін. Регламенттер нақты жазылуы қажет. Оқыту бағдарламалары да ұйымдастырылады. Жауапкершілік аймақтары да бекітіледі. Мұндай негізсіз автоматтандыру тұрақсыз болады. Бұл тұжырым ұйымдық және процестік факторларды айқындайтын зерттеулермен сәйкес келеді (Culot et al., 2024).

Тәуекелдерді басқару алдын ала жүргізіледі. Деректер сапасы тұрақты тексеріледі. Интеграция ақаулары да бақыланады. Ақпараттық қауіпсіздік бөлек назарда болады. Модель дрейфі ерте анықталуы тиіс. Шамадан тыс автоматтандыру да қауіпті. Сондықтан бақылау индикаторлары енгізіледі. Бұл жүйенің тұрақтылығын сақтайды.

Зерттеуде көрсеткіштер жүйесін екі бағытта қарастыру ұсынылды. Бірінші – модель сапасы. Екінші – бизнеске әсер. Бұл маңызды. Ол «болжам дәлдігі артты» дегенмен шектелмейді. Ол нақты нәтижемен байланысады: «операциялық және қаржылық көрсеткіш жақсарды».

KPI жүйесінде негізгі назар – жасанды интеллекттің SCM жүйесіне әсері. Зерттеулер жақсартуларды көрсетеді (Кесте 4). Қорларды оңтайландыру болжам дәлдігін 88%-ға дейін арттырады. Шығындар азаяды (Priore et al., 2019). Баға ұсынысында да нәтиже бар. Жоспарлау уақыты 60%-ға қысқарады. Қабылдау мөлшері 78%-ға дейін артады. Автоматтандырылған алгоритмдер 99%-ға жетеді (Kolomvatsos et al., 2016). Логистикада да нәтиже жоғары. Генетикалық алгоритмдер шығын мен мерзімді азайтады. Қанағаттану деңгейі 98%-ға жетеді (Li & Xiao, 2021). Шешімдер-ағашы моделі де қолданылады. Ол көлік шығынын 5%-ға, ауқымды тасымалда 8%-ға дейін төмендетеді (Nowak et al., 2012). Бұл нәтижелер модельдің тиімділігін дәлелдейді.



Сурет 1 – Жасанды интеллекттің бизнеске әсері

Ескертпе: (Cannas et al., 2023) деректері негізінде құрастырылған

Қазақстан жағдайында бұл қағидалар өзекті. Логистикада цифрлық трансформация жалғасып келеді. Бірақ дайындық деңгейі біркелкі емес. Деректер сапасы жиі шектеу болады. Ақпараттық жүйелер байланысы да әлсіз. Кадрлық құзыреттер де жеткіліксіз болуы мүмкін. Осы жағдайда толық платформа қауіпті. Кезеңдік енгізу анағұрлым орынды көрінеді.

Отандық зерттеулер де осыны көрсетеді. Технологиялық дайындық тиімділікке ықпал етеді. IT мамандарының тапшылығы мәселе туғызады. Бірыңғай платформалардың әлсіздігі де байқалады. Институционалдық шектеулер де сақталған. Сондықтан модель бұл жағдайды ескереді. Деректер қабаты бастапқы шартқа айналады. Интеграция кейінгі кезеңдерге негіз болады (Sarybayev et al., 2022; Mamrayeva et al., 2022; Samieva et al., 2025).

Жалпы нәтиже жүйелік ауысуды көрсетеді. ЖИ жеке қолданбалардан жоғары көтеріледі. Ол толық ЖҚБ архитектурасына енеді. Дерек басқарудың бастапқы нүктесі болады. Модель аналитикалық негіз қалыптастырады. Шешім сол негізді әрекетке айналдырады. Кері байланыс нәтижені қайта бағалайды. Осы цикл үздіксіз қайталанады.

Талқылау нәтижесі ғылыми болжамды қолдайды. ЖИ тиімділігі тұтастыққа тәуелді. Жеке алгоритм жоғары дәлдік көрсетуі мүмкін. Бірақ бұл бизнес әсерін кепілдемейді. Нақты құндылық интеграциядан пайда болады. Дерек, модель және шешім байланысуы қажет. Бақылау осы байланысты тұрақтандырады. Біздің пайымымызша, негізгі қорытынды осы.

Ұсынылған концептуалдық модельдің теориялық мәні айқын. Ол ЖИ-ды аналитикалық модульмен шектемейді. ЖИ ұйымдық басқаруға енгізіледі. ЖҚБ архитектурасы тұтас контурға айналады. Сонымен бірге өлшеу жүйесі кеңейеді. Модель сапасы бизнес нәтижесімен байланысады. Бұл байланысты тұрақты бақылау ұсынылады. Осылай жүйе өлшенетін сипат алады.

Практикалық мәні де осыдан туындайды. Ұйым нақты неден бастауын көреді. Қандай дерек қажет екені анықталады. Қандай модель қолданылатыны белгіленеді. Шешімнің қалай орындалатыны көрсетіледі.

Нәтиженің қалай өлшенетіні нақтыланады. Кері байланыс жолы да анық болады. Мұндай құрылым масштабтауды жеңілдетеді.

Осылайша модель ЖҚБ-ны жаңаша түсіндіреді. Ол ЖИ-ды қосымша құрал санамайды. ЖИ басқару контурының бөлігі болады. Деректер оның тұрақты негізін құрайды. Модельдер шешімді интеллектуалдық тұрғыдан қолдайды. Адам мен жүйе жауапкершілікті бөліседі. Нәтиже өлшеніп, қайта пайдаланылады. Осындай архитектура тұрақты дамуға мүмкіндік береді.

Қорытынды

Зерттеу барысында болжау, оңтайландыру, диагностика және сценарийлік модельдеу тәсілдері, сондай-ақ дәстүрлі тиімділік көрсеткіштер жүйесі ғылыми әдебиетте қалыптасқан негіз ретінде пайдаланылды, дегенмен бұл элементтердің бір-бірімен байланыссыз, оқшауланған күйде қолданылып келгені анықталды.

Осыны негізге ала отырып, зерттеу нәтижесінде ЖИ негізіндегі ЖҚБ жүйесінің архитектурасы негізделді. Ұсынылған модель жүйелік логикаға сүйенеді. Оның құрылымы төрт қабатты қамтиды. Деректер бастапқы негіз ретінде қарастырылады. Аналитикалық модельдер деректерді өңдейді. Шешім қабылдау келесі деңгейде жүреді. Кері байланыс циклді қайта тұйықтайды. Осы байланыс басқарудың тұтастығын қамтамасыз етеді.

Ұсынылған тәсілдің негізгі ерекшелігі айқын. ЖИ нәтижесі тек талдау болып қалмайды. Ол нақты басқарушылық әрекетке бағытталады. Орындалған шешімдер қайта бағаланып отырады. Нәтижелер жүйеге қайта енгізіледі. Бұл модельдерді тұрақты жетілдіруге мүмкіндік береді. Осылайша жабық басқару циклі қалыптасады.

Зерттеуде бағалау жүйесі де кеңейтілді. Дәстүрлі ЖҚБ көрсеткіштері сақталды. Олар модель сапасы өлшемдерімен толықтырылды. Мұндай тәсіл екі нәтижені байланыстырады. Біріншісі модель жұмысының сапасын көрсетеді. Екіншісі бизнеске келген әсерді сипаттайды. Біздіңше, осы байланыс ерекше маңызды. Себебі жоғары дәлдік жеткіліксіз болуы мүмкін. Нақты құндылық бизнес нәтижесімен өлшенеді.

Практикалық тұрғыдан модель енгізу бағытын айқындайды. Ол қажетті деректер құрылымын анықтайды. Интеграция тәсілдерін де нақтылауға көмектеседі. Модель нәтижелерін шешімге байланыстырады. Адам мен жүйе әрекеті де ескеріледі. Тиімділік көрсеткіштері ортақ контурда бағаланады.

Сонымен қатар автоматтандыруды кезең-кезеңімен арттыру принципі адамның шешім қабылдауға қатысуын сақтайтын тәсілмен ұштастырылып, отандық ұйымдардың цифрлық дайындық деңгейін ескеретін кезеңдік енгізу логикасы негізделді.

Сонымен бірге модель концептуалдық сипатта ұсынылды. Сондықтан оны эмпирикалық тексеру қажет. Болашақ зерттеулер салалық бейімдеуге бағытталуы тиіс. Модульдік конфигурациялар да нақтылауды қажет етеді. Модель түсіндірілгіштігін күшейту де маңызды. ЖҚБ-ның деректерге негізделу деңгейін бағалау қажет. Осы бағыттар модельдің қолданбалық құндылығын арттырады.

Авторларда мүдделер қақтығысы жоқ

Авторлардың қосқан үлесі

Мұратов С.Қ. - зерттеу тұжырымдамасын әзірлеуге қатысты. Зерттеу дизайнын қалыптастыруға үлес қосты. Деректерді жинау және талдауды жүргізді. Мақаланың бастапқы мәтінін дайындады.

Молдакенова Е.К. - зерттеу нәтижелерін өңдеуге қатысты. Алынған деректерді интерпретациялауға үлес қосты. Зерттеу қорытындыларын негіздеуге үлес қосты.

Толысбаева М.Б. - аналитикалық бөлімдерді дайындауға қатысты. Зерттеу нәтижелерін талдауға үлес қосты. Мәтіннің логикалық құрылымын жетілдірді.

Әдебиеттер тізімі

1. APICS. (2017). *Supply Chain Operations Reference (SCOR) model: Framework introduction* (Version 12.0) [Электронный ресурс]. Retrieved February 11, 2026, from <https://www.apics.org/docs/default-source/scor-training/scor-v12-0-framework-introduction.pdf>

2. Baryannis, G., Validi, S., Dani, S., & Antoniou, G. (2019). Supply chain risk management and artificial intelligence: State of the art and future research directions. *International Journal of Production Research*, 2019(57:7), 2179–2202. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1530476>
3. Beamon, B. M. (1999). Measuring supply chain performance. *International Journal of Operations & Production Management*, 1999(19:3), 275–292. <https://doi.org/10.1108/01443579910249714>
4. Belhadi, A., Mani, V., Kamble, S. S., Khan, S. A. R., & Verma, S. (2024). Artificial intelligence-driven innovation for enhancing supply chain resilience and performance under the effect of supply chain dynamism: An empirical investigation. *Annals of Operations Research*, 2024(333:2), 627–652. <https://doi.org/10.1007/s10479-021-03956-x>
5. Bhagwat, R., & Sharma, M. K. (2007). Performance measurement of supply chain management: A balanced scorecard approach. *Computers & Industrial Engineering*, 2007(53:1), 43–62. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2007.04.001>
6. Cannas, V. G., Ciano, M. P., Saltalamacchia, M., & Secchi, R. (2023). Artificial intelligence in supply chain and operations management: A multiple case study research. *International Journal of Production Research*, 2024(62:9), 3333–3360. <https://doi.org/10.1080/00207543.2023.2232050>
7. Culot, G., Podrecca, M., Nassimbeni, G., & Sartor, M. (2024). Artificial intelligence in supply chain management: A systematic literature review of empirical studies and research directions. *Computers in Industry*, 2024(162), Article 104132. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2024.104132>
8. Deepu, T. S., & Ravi, V. (2021). A conceptual framework for supply chain digitalization using integrated systems model approach and DIKW hierarchy. *Intelligent Systems with Applications*, 2021(10–11), Article 200048. <https://doi.org/10.1016/j.iswa.2021.200048>
9. Gunasekaran, A., Patel, C., & Tirtiroglu, E. (2001). Performance measures and metrics in a supply chain environment. *International Journal of Operations & Production Management*, 2001(21:1–2), 71–87. <https://doi.org/10.1108/01443570110358468>
10. Huang, Z., Shen, Y., Li, J., Fey, M., & Brecher, C. (2021). A survey on AI-driven digital twins in Industry 4.0: Smart manufacturing and advanced robotics. *Sensors*, 2021(21:19), Article 6340. <https://doi.org/10.3390/s21196340>
11. Ivanov, D., & Dolgui, A. (2021). A digital supply chain twin for managing the disruption risks and resilience in the era of Industry 4.0. *Production Planning & Control*, 2021(32:9), 775–788. <https://doi.org/10.1080/09537287.2020.1768450>
12. Kolomvatsos, K., Panagidi, K., Neokosmidis, I., Varoutas, D., & Hadjiefthymiades, S. (2016). Automated concurrent negotiations: An artificial bee colony approach. *Electronic Commerce Research and Applications*, 2016(19), 56–69. <https://doi.org/10.1016/j.elerap.2016.09.002>
13. Lechtenberg, S., & Hellingrath, B. (2021). *Applications of artificial intelligence in supply chain management: Identification of main research fields and greatest industry interests* (ERCIS Working Paper No. 37) [Электронный печат]. Münster: University of Münster, ERCIS. Retrieved February 13, 2026, from <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/234061/1/1758326867.pdf>
14. Li, Q., & Xiao, R. (2021). The use of data mining technology in agricultural e-commerce under the background of 6G Internet of Things communication. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 2021(12:4), 813–823. <https://doi.org/10.1007/s13198-021-01108-9>
15. Mamrayeva, D. G., Babkin, A. V., Tashenova, L. V., & Kulzhambekova, B. Sh. (2022). Key aspects of digital transformation of logistics companies in Kazakhstan. *Bulletin of Karaganda University. Economy Series*, 2022(3:107), 95–102. <https://doi.org/10.31489/2022Ec3/95-102>
16. Min, H. (2010). Artificial intelligence in supply chain management: Theory and applications. *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 2010(13:1), 13–39. <https://doi.org/10.1080/13675560902736537>
17. Nowak, M., Hewitt, M., & White, C. C. (2012). Precedence constrained pickup and delivery with split loads. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 2012(15:1), 1–14. <https://doi.org/10.1080/13675567.2012.660476>
18. Priore, P., Ponte, B., Rosillo, R., & de la Fuente, D. (2019). Applying machine learning to the dynamic selection of replenishment policies in fast-changing supply chain environments. *International Journal of Production Research*, 2019(57:11), 3663–3677. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1552369>

19. Samieva, G. T., Makysh, M. K., & Bayadilova, B. M. (2025). Қазақстандағы көлік саласының цифрлық трансформациясының мүмкіндіктері. *Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің хабаршысы. Экономика сериясы*, 2025(4), 71–85. <https://doi.org/10.32523/2789-4320-2025-4-71-85>

20. Sarybayev, M., Chukubayev, E., & Maltabarov, A. (2022). Қазақстанның Орталық Азия аймағындағы логистика саласын цифрлық трансформациялаудағы рөлі. *Қоғам және дәуір: ғылыми-сараптамалық журнал*, 2022(3:75). <https://doi.org/10.52536/2788-5860.2022-3.0893>

С.К. Муратов^{*1}, Е.К. Молдакенова¹, М.Б. Толысбаева²

¹ *Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан*

² *Международный университет Астана, Астана, Казахстан*

Концептуальная модель построения системы управления цепями поставок на основе инструментов искусственного интеллекта

Аннотация. В статье представлена концептуальная модель формирования системы управления цепью поставок (СУЦП) на основе инструментов искусственного интеллекта. Актуальность исследования обусловлена тем, что искусственный интеллект часто используется в цепи поставок в рамках отдельных задач, таких как прогнозирование спроса, оптимизация маршрутов или улучшение складских операций, а принципы их интеграции в единую сквозную систему на корпоративном уровне недостаточно систематизированы.

Цель исследования – обосновать архитектуру СУЦП на основе искусственного интеллекта, которая объединяет модули планирования, выполнения и управления, включает слой данных, аналитический (модельный) слой, цикл принятия решений и механизм обратной связи, а также предложить систему ключевых показателей, одновременно измеряющих качество модели и влияние на бизнес для оценки эффективности.

В качестве методологической основы использованы методы системного анализа, обзора и синтеза научной литературы, концептуального моделирования и сравнительно-логического анализа. В результате исследования была структурирована архитектура СУЦП на уровнях «данные – модель – решение – обратная связь», описаны основные типы моделей в аналитическом слое (прогнозирование, оптимизация, выявление рисков и аномалий, сценарное моделирование) и их жизненный цикл в производственной среде. В рамках механизма поддержки принятия решений были определены режимы взаимодействия человека и системы: консультация, совместное принятие решений и самостоятельное исполнение. Выводы - была предложена система ключевых показателей в двух измерениях: оценка качества модели и измерение ее влияния на результаты бизнеса. Предложенная модель предоставляет организациям методологическую основу для поэтапного внедрения искусственного интеллекта в систему управления цепочками поставок и обоснованную оценку его эффективности.

Ключевые слова: цепь поставок, искусственный интеллект, система управления цепями поставок, ключевые показатели эффективности, концептуальная модель

Conceptual model of building a supply chain management system based on artificial intelligence tools

Abstract. This article presents a conceptual model for developing a supply chain management system (SCMS) based on artificial intelligence tools. *The relevance* of this research lies in the fact that artificial intelligence is often used in supply chains for specific tasks, such as demand forecasting, route optimization, or improving warehouse operations, while the principles for integrating these into a single end-to-end system at the corporate level are insufficiently systematized.

The objective of this study is to substantiate the architecture of an AI-based SCMS that integrates planning, execution, and management modules, includes a data layer, an analytical (modeling) layer, a decision-making cycle, and a feedback mechanism, and to propose a system of key performance indicators that simultaneously measure model quality and business impact for performance evaluation.

The methodological framework utilizes methods of system analysis, literature review and synthesis, conceptual modeling, and comparative logical analysis. *Results* - the study structured the SCMS architecture at the «data-model-decision-feedback» levels, describing the main types of models in the analytical layer (forecasting, optimization, risk and anomaly detection, scenario modeling) and their lifecycle in a production environment.

Within the decision support mechanism, human-system interaction modes were defined: consultation, collaborative decision-making, and independent execution. Furthermore, a system of key performance indicators was proposed in two dimensions: assessing model quality and measuring its impact on business results. *Conclusions* - the proposed model provides organizations with a methodological basis for the phased implementation of artificial intelligence in supply chain management systems and a substantiated assessment of its effectiveness.

Keywords: supply chain, artificial intelligence, supply chain management system, key performance indicators, conceptual model

References

1. APICS. (2017). *Supply Chain Operations Reference (SCOR) model: Framework introduction* (Version 12.0). Retrieved February 11, 2026, from <https://www.apics.org/docs/default-source/scor-training/scor-v12-0-framework-introduction.pdf> [in English].
2. Baryannis, G., Validi, S., Dani, S., & Antoniou, G. (2019). Supply chain risk management and artificial intelligence: State of the art and future research directions. *International Journal of Production Research*, 2019(57:7), 2179–2202. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1530476> [in English].
3. Beamon, B. M. (1999). Measuring supply chain performance. *International Journal of Operations & Production Management*, 1999(19:3), 275–292. <https://doi.org/10.1108/01443579910249714> [in English].
4. Belhadi, A., Mani, V., Kamble, S. S., Khan, S. A. R., & Verma, S. (2024). Artificial intelligence-driven innovation for enhancing supply chain resilience and performance under the effect of supply chain dynamism: An empirical investigation. *Annals of Operations Research*, 2024(333:2), 627–652. <https://doi.org/10.1007/s10479-021-03956-x> [in English].
5. Bhagwat, R., & Sharma, M. K. (2007). Performance measurement of supply chain management: A balanced scorecard approach. *Computers & Industrial Engineering*, 2007(53:1), 43–62. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2007.04.001> [in English].
6. Cannas, V. G., Ciano, M. P., Saltalamacchia, M., & Secchi, R. (2023). Artificial intelligence in supply chain and operations management: A multiple case study research. *International Journal of Production Research*, 2024(62:9), 3333–3360. <https://doi.org/10.1080/00207543.2023.2232050> [in English].

-
7. Culot, G., Podrecca, M., Nassimbeni, G., & Sartor, M. (2024). Artificial intelligence in supply chain management: A systematic literature review of empirical studies and research directions. *Computers in Industry*, 2024(162), Article 104132. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2024.104132> [in English].
 8. Deepu, T. S., & Ravi, V. (2021). A conceptual framework for supply chain digitalization using integrated systems model approach and DIKW hierarchy. *Intelligent Systems with Applications*, 2021(10–11), Article 200048. <https://doi.org/10.1016/j.iswa.2021.200048> [in English].
 9. Gunasekaran, A., Patel, C., & Tirtiroglu, E. (2001). Performance measures and metrics in a supply chain environment. *International Journal of Operations & Production Management*, 2001(21:1–2), 71–87. <https://doi.org/10.1108/01443570110358468> [in English].
 10. Huang, Z., Shen, Y., Li, J., Fey, M., & Brecher, C. (2021). A survey on AI-driven digital twins in Industry 4.0: Smart manufacturing and advanced robotics. *Sensors*, 2021(21:19), Article 6340. <https://doi.org/10.3390/s21196340> [in English].
 11. Ivanov, D., & Dolgui, A. (2021). A digital supply chain twin for managing the disruption risks and resilience in the era of Industry 4.0. *Production Planning & Control*, 2021(32:9), 775–788. <https://doi.org/10.1080/09537287.2020.1768450> [in English].
 12. Kolomvatsos, K., Panagidi, K., Neokosmidis, I., Varoutas, D., & Hadjiefthymiades, S. (2016). Automated concurrent negotiations: An artificial bee colony approach. *Electronic Commerce Research and Applications*, 2016(19), 56–69. <https://doi.org/10.1016/j.elerap.2016.09.002> [in English].
 13. Lechtenberg, S., & Hellingrath, B. (2021). *Applications of artificial intelligence in supply chain management: Identification of main research fields and greatest industry interests* (ERCIS Working Paper No. 37). Münster: University of Münster, ERCIS. Retrieved February 13, 2026, from <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/234061/1/1758326867.pdf> [in English].
 14. Li, Q., & Xiao, R. (2021). The use of data mining technology in agricultural e-commerce under the background of 6G Internet of Things communication. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 2021(12:4), 813–823. <https://doi.org/10.1007/s13198-021-01108-9> [in English].
 15. Mamrayeva, D. G., Babkin, A. V., Tashenova, L. V., & Kulzhambekova, B. Sh. (2022). Key aspects of digital transformation of logistics companies in Kazakhstan. *Bulletin of Karaganda University. Economy Series*, 2022(3:107), 95–102. <https://doi.org/10.31489/2022Ec3/95-102> [in English].
 16. Min, H. (2010). Artificial intelligence in supply chain management: Theory and applications. *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 2010(13:1), 13–39. <https://doi.org/10.1080/13675560902736537> [in English].
 17. Nowak, M., Hewitt, M., & White, C. C. (2012). Precedence constrained pickup and delivery with split loads. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 2012(15:1), 1–14. <https://doi.org/10.1080/13675567.2012.660476> [in English].
 18. Priore, P., Ponte, B., Rosillo, R., & de la Fuente, D. (2019). Applying machine learning to the dynamic selection of replenishment policies in fast-changing supply chain environments. *International Journal of Production Research*, 2019(57:11), 3663–3677. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1552369> [in English].
 19. Samieva, G. T., Makysh, M. K., & Bayadilova, B. M. (2025). Qazaqstandaǵy kólik salasynyń tsifrlyq transformatsiyasynyń múmkindikleri [Opportunities for the digital transformation of Kazakhstan's transport sector]. *L. N. Gumilyov atyndaǵy Euraziia ulttyq universitetiniń khabarshysy. Ekonomika seriiasy*, 2025(4), 71–85. <https://doi.org/10.32523/2789-4320-2025-4-71-85> [in Kazakh].
 20. Sarybayev, M., Chukubayev, E., & Maltabarov, A. (2022). Qazaqstannyń Ortalyq Aziia aimaǵyndaǵy logistika salasyn tsifrlyq transformatsiialaudaǵy róli [Kazakhstan's role in the digital transformation of the logistics sector in Central Asia]. *Qoǵam jáne dáuir: ǵylymi-saraptamalyq zhurnal*, 2022(3:75). <https://doi.org/10.52536/2788-5860.2022-3.0893> [in Kazakh].

Авторлар туралы мәліметтер:

Мұратов С.Қ. – хат-хабар авторы, PhD докторанты, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің «менеджмент» кафедрасы, Қ.Сәтбаев көшесі 2, 010000, Астана, Қазақстан.

Молдакенова Е.К. – PhD, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті «Менеджмент» кафедрасының қауымдастырылған профессор м.а., Қ.Сәтбаев көшесі 2, 010000, Астана, Қазақстан.

Толысбаева М.Б. – PhD, қауымдастырылған профессор, Астана халықаралық университеті, Қабанбай батыр даңғылы 8, 010000, Астана, Қазақстан.

Muratov S.K. – corresponding author, PhD student, Department of Management, L.N. Gumilyov Eurasian National University, K. Satpayev str. 2, 010000, Astana, Kazakhstan.

Moldakenova E.K. – PhD, Acting Associate Professor, Department of Management, L.N. Gumilyov Eurasian National University, K. Satpayev str. 2, 010000, Astana, Kazakhstan.

Tolysbaeva M.B. – PhD, Associate Professor, Astana International University, Kabanbai Batyr Avenue 8, 010000, Astana, Kazakhstan.

Муратов С.К. - корреспондент-автор, докторант PhD, кафедра менеджмента, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, ул. К. Сатпаева, 2, 010000, Астана, Казахстан.

Молдакенова Е.К. - PhD, и.о. ассоциированного профессора кафедры менеджмента, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, ул. К. Сатпаева, 2, 010000, Астана, Казахстан.

Толысбаева М.Б. - PhD, ассоциированный профессор, Международный университет Астана, проспект Кabanбай батыра 8, 010000, Астана, Казахстан.



Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4>).