

## МУЛЬТИМЕДИЯЛЫҚ БІЛІМ БЕРУ ПЛАТФОРМАЛАРЫНЫҢ ФУНКЦИОНАЛДЫҒЫН ЖАҚСARTУ ҮШІН АЛГОРИТМДЕРДІ ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ЖЕТІЛДІРУ

ЖИЕНБАЕВ Н.С. , КЕРЕЕВ А.К. 

\*Жиенбаев Нурдаулет Серикбаевич – Магистрант, Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе қ., Қазақстан.

E-mail: [goodluckertrade@gmail.com](mailto:goodluckertrade@gmail.com), <https://orcid.org/0009-0000-5401-5740>

Кереев Адилжан Қутымович – PhD, информатика және ақпараттық технологиялар кафедрасының доценті, Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе қ., Қазақстан.

E-mail: [akereyev@zhubanov.edu.kz](mailto:akereyev@zhubanov.edu.kz), <https://orcid.org/0000-0002-8283-5807>

**Андатпа.** Бұл мақалада блокчейн технологиялары негізінде қауіпсіз жеткізу тізбегін басқару жүйесін құрудың теориялық және практикалық аспектілері қарастырылады. Жаһандану жағдайында логистикалық процестердің күрделенуі, деректердің ашықтығы мен сенімділігіне қойылатын талаптардың күрт артуы жеткізу тізбегін басқарудың дәстүрлі әдістерінің тиімсіздігін айқындады. Осы орайда, блокчейн технологиясы орталықсыздандырылған және бұзылмайтын деректер қорын ұсына отырып, қатысушылар арасындағы сенім мәселесін шешудің перспективалы құралы ретінде қарастырылуда.

Жүйелі әдебиет шолуы, салыстырмалы талдау және нақты компаниялардың (Walmart, Maersk, IBM) кейстерін терең зерттеу нәтижесінде блокчейннің бірегей мүмкіндіктері айқындалды. Атап айтқанда, орталықсыздандырылған жазбалар реестрі өнімнің шығу тегі мен меншік құқығының ауысуын дәйекті түрде қадағалауға, смарт-келісімшарттар төлемдер мен жеткізу шарттарының орындалуын автоматтандыруға, ал IoT құрылғыларымен интеграция (температура, ылғалдылық, орналасқан жері туралы деректер) жүктердің сақталу шарттарын нақты уақыт режимінде бақылауға мүмкіндік береді.

Жұмыста ашық (public) және рұқсат етілген (private/permissioned) блокчейн түрлерінің ерекшеліктері талданып, олардың логистикалық салада қолдану тиімділігі салыстырылады. Сонымен қатар, гиперкітап (Hyperledger Fabric) сынды платформаларға негізделген архитектуралық модельдер, жүйенің қауіпсіздігі мен масштабталуына қатысты сын-қатерлер, сондай-ақ қолданыстағы халықаралық стандарттармен және нормативтік талаптармен үйлесімділік мәселелері терең талқыланады.

Алынған нәтижелер блокчейн технологиясы жеткізу тізбегінің толық ашықтығын қамтамасыз етіп қана қоймай, логистикалық операцияларды автоматтандыруға, қағазбастылықты азайтуға және алаяқтық пен контрафактілік өнімдердің таралу тәуекелдерін едәуір төмендетуге ықпал ететінін дәлелдейді. Бұл өз кезегінде, бизнес-процестердің тиімділігін арттырып, түпкілікті тұтынушының сенімін нығайтуға мүмкіндік береді.

**Түйін сөздер:** блокчейн, жеткізу тізбегі, смарт-келісімшарт, IoT, логистика қауіпсіздігі

### Кіріспе

Жаһандану үдерісі мен цифрлық трансформация логистика мен жеткізу тізбегін басқару саласында түбегейлі өзгерістерге алып келді. Қазіргі заманғы жеткізу тізбектері күрделілігімен, көптеген тараптардың қатысуымен және нақты уақыт режимінде ақпарат алмасуға деген жоғары қажеттілігімен ерекшеленеді. Осындай күрделі құрылым шеңберінде ақпараттың ашықтығы, деректердің сенімділігі және процестердің бақылануы аса маңызды факторларға айналды.

Алайда дәстүрлі, орталықтандырылған басқару жүйелері бұл талаптарға толық жауап бере алмайды. Олар адами қатеге, кибершабуылдарға, деректердің бұрмалануына және жүйенің бір буыны істен шыққанда бүкіл процестің бұзылуына бейім келеді. Осыған байланысты жеткізу тізбегінің қауіпсіздігін арттыратын, заманауи талаптарға жауап беретін жаңа технологиялық шешімдер қажеттігі туындап отыр.

Блокчейн технологиясы — осындай шешімдердің бірі. Ол деректерді орталықсыздандырылған, өзгермейтін жазбаларда сақтау арқылы сенімді инфрақұрылым қалыптастырады. Сонымен қатар, смарт-келісімшарттар мен IoT құрылғыларымен біріге отырып, процестерді автоматтандырып, адами факторды азайтуға мүмкіндік береді. Блокчейннің бұл

артықшылықтары оны жеткізу тізбегі жүйелерінде қолдануға лайықты құрал етеді.

Осы зерттеу жұмысының мақсаты — блокчейн технологияларын қолдана отырып қауіпсіз және сенімді жеткізу тізбегі басқару жүйесін құрудың теориялық негіздерін, архитектуралық үлгілерін және енгізу шектеулерін кешенді түрде қарастыру.

### **Зерттеу материалдары мен әдістері**

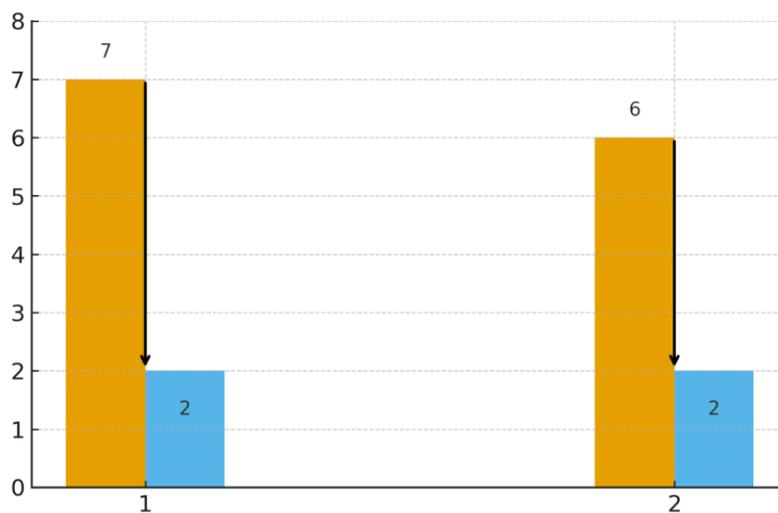
Бұл зерттеу жұмысы жүйелі әдебиет шолуы әдісіне негізделді. Блокчейн технологиясының жеткізу тізбегіндегі қолданылуын сипаттайтын 20-дан астам ғылыми мақала, аналитикалық есептер және салалық кейстер талданды. Зерттеу барысында салыстырмалы талдау, контенттік сараптама және нақты компаниялардың тәжірибелеріне (Walmart, Maersk, IBM) негізделген кейс-зерттеу тәсілдері қолданылды. Архитектуралық модельдер, смарт-келісімшарттардың логикасы, IoT құрылғыларымен интеграция және киберқауіпсіздік аспектілері бойынша құрылымдық жүйелеу жүргізілді.

### **Нәтижелер және оларды талқылау**

Зерттеу нәтижесінде блокчейн технологиясының жеткізу тізбегін басқару жүйесінде нақты артықшылықтар беретіні анықталды. Ең алдымен, блокчейн жазбаларының өзгермейтіндігі мен орталықсыздандырылған табиғаты ақпараттың бұрмалануын болдырмай, сенімділік деңгейін арттырады [1]. Бұл жүйе тауардың шыққан жерінен бастап соңғы тұтынушыға дейінгі бүкіл қозғалысын нақты тіркеуге мүмкіндік береді [3].

Смарт-келісімшарттар логистикалық операцияларды автоматтандыруға және адами қатені азайтуға септігін тигізеді [7]. Мысалы, жеткізу уақыты келгенде автоматты түрде төлем жүргізу немесе тауар сапасына байланысты шешім қабылдау мүмкіндігі артады [9]. Сонымен қатар, IoT құрылғыларымен біріге отырып, температура, ылғалдылық, тасымалдау жағдайлары сияқты көрсеткіштер нақты уақыт режимінде бақыланып, жүйеге тіркеледі [5].

Практикалық кейс ретінде Walmart-тың азық-түлік қауіпсіздігін бақылау жүйесі мен Maersk компаниясының TradeLens платформасы зерттеліп, блокчейннің тиімділігі мен сенімділігі нақты дәлелденді [6]. Бұл платформалар тауар қозғалысын жылдамдатып, құжат айналымын оңтайландырды және логистикалық үдерістердің ашықтығын арттырды.



Сурет 1. Блокчейн енгізгенге дейін және кейін құжат айналымы уақытының салыстырмалы талдауы

Зерттеу барысында блокчейн технологиясының жеткізу тізбегіндегі әлеуеті жоғары екені дәлелденсе де, оның толыққанды енгізілуі бірқатар шектеулерге тап болатыны анықталды. Масштабталу, транзакция жылдамдығы, энергия тұтыну сияқты техникалық мәселелермен қатар,

құқықтық-нормативтік орта мен стандарттардың жетілмегендігі де кедергі болуда [3, 8]. Сонымен қатар, қатысушылар арасындағы сенімсіздік пен технологияны қабылдауға дайындықтың болмауы жүйенің интеграциясын тежейді [8]. Бұл шектеулерді шешу үшін халықаралық стандарттар мен ұйымшылқ стратегиялар қажет [4].

Жабдықтау тізбегін басқаруға арналған блокчейн түрлері

Блокчейн технологиясы әртүрлі архитектуралық модельдерге негізделі отырып, жабдықтау тізбегінде ақпарат алмасудың қауіпсіздігін, ашықтығын және сенімділігін қамтамасыз етеді. SCM (Supply Chain Management) саласында негізінен екі негізгі блокчейн түрі қолданылады: ашық (permissionless) және рұқсат етілген (permissioned) блокчейндер [2].

Ашық блокчейндер (мысалы, Bitcoin немесе Ethereum) кез келген қатысушыға желіге қосылуға мүмкіндік береді. Бұл түр жоғары ашықтық пен децентрализацияны ұсынады, алайда транзакция жылдамдығы төмен әрі анонимділік деңгейі SCM-де қажет ететін нақты сәйкестендіру талаптарына сәйкес келмейді [3].

Рұқсат етілген блокчейндер (мысалы, Hyperledger Fabric, Corda) жабдықтау тізбегіне қатысушыларды алдын ала тіркеп, әрбір қатысушыға нақты рөл мен құқық береді. Бұл модель ірі компаниялар мен логистикалық жүйелер үшін қолайлы, себебі ол қауіпсіздік, өнім деректерін бақылау және жеке коммерциялық ақпаратты қорғау тұрғысынан тиімдірек.

Осылайша, жабдықтау тізбегіндегі процестерге блокчейнді енгізу кезінде жүйенің масштабталуы, сенімділігі және құқықтық талаптарға сәйкестігі ескерілуі қажет.

*Жабдықтау тізбегін басқару жүйесінің архитектурасы*

Блокчейн негізіндегі жабдықтау тізбегін басқару жүйесінің архитектурасы бірнеше негізгі қабаттан тұрады және әрбір қабат жабдықтау процесінің қауіпсіздігі мен тиімділігін қамтамасыз етуге бағытталған. Мұндай жүйеде деректерді сақтау, валидациялау, шифрлау және автоматтандыру процестері өзара тығыз байланыста жұмыс істейді.

Архитектураның базалық элементтері – транзакциялық блоктар, түйіндер (нодтар) және консенсус механизмдері [1]. Әрбір қатысушы өзіне тиесілі түйін арқылы жүйеге қосылып, тексерілген ақпараттарды блоктарға біріктіреді. Бұл ақпараттар өзгертілмейтін түрде тізбектеліп сақталады, ал қатысушылардың құқықтары алдын ала рұқсат беру жүйесі арқылы реттеледі.

Қауіпсіздік пен құпиялылықты қамтамасыз ету үшін Zero-Knowledge Proof (ZKP), цифрлық қолтаңба, және асимметриялық шифрлау әдістері қолданылады. Сонымен қатар, смарт-келісімшарттар логистикалық оқиғаларды (мысалы, жеткізу, төлем, сапа бақылауы) автоматты түрде орындайды.

Жүйенің модульдік архитектурасы оны нақты салаларға (агроөнеркәсіп, фармацевтика, мұнай-газ және т.б.) оңай бейімдеуге мүмкіндік береді. Мұндай тәсіл жабдықтау тізбегіндегі сенімділік пен бақылауды айтарлықтай арттырады.

*IoT интеграциясы мен смарт-келісімшарттар*

Жабдықтау тізбегін басқаруда блокчейнді интернет заттарымен (IoT) және смарт-келісімшарттармен біріктіру – процестерді толық автоматтандыру мен нақты уақыт режимінде бақылаудың тиімді шешімі ретінде қарастырылады. IoT құрылғылары (сенсорлар, RFID-тегтер, GPS модульдері) тауар қозғалысын, температура, ылғалдылық, жүктеме секілді параметрлерді үздіксіз қадағалап, оларды блокчейнге тіркейді [5].

Бұл деректер өзгермейтін блоктарға жазылып, үшінші тараптардың араласуынсыз шынайы логистика жайлы ақпарат алуға мүмкіндік береді. Смарт-келісімшарттар осы деректер негізінде автоматтандырылған шешімдер қабылдайды – мысалы, тауар жеткізілген кезде төлем жасау, шарттар бұзылса ескерту жіберу немесе жеткізушіні автоматты түрде ауыстыру.

IoT мен смарт-келісімшарттардың үйлесуі бүкіл тізбек бойында сенімділікті, жылдамдықты және айқындықты арттырады [7]. Сонымен қатар, жүйе ақаулар мен кідірістерге жылдам жауап беріп, адам факторын азайтады.

Осы синергия блокчейн технологиясын тек тіркеу құралы ретінде ғана емес, белсенді басқару жүйесі ретінде қолдануға жол ашады.

#### Қауіпсіздік және тұрақтылық

Жабдықтау тізбектеріндегі қауіпсіздік мәселелері – заманауи логистика саласының басты проблемаларының бірі [10]. Құпия деректердің жария болуы, құжаттардың бұрмалануы, кибершабуылдар және жеткізу үдерісіндегі сенімсіздік компанияларға елеулі экономикалық және репутациялық шығын әкеледі. Осы тұрғыда блокчейн технологиясы криптографиялық қорғаныс пен деректердің өзгермейтіндігіне негізделген қауіпсіз инфрақұрылым ұсынады.

Блокчейннің децентрализованға табиғаты жүйені бір орталыққа тәуелді болудан босатып, жалғыз әлсіз буын қауіпін азайтады. Әрбір транзакция желідегі консенсус арқылы бекітілетіндіктен, оны өзгерту немесе жасыру мүмкін емес. Сонымен қатар, цифрлық қолтаңбалар мен құпия кілттер жүйесі деректерге рұқсатсыз қолжетімділікті болдырмайды.

Жүйенің тұрақтылығы тек техникалық тұрғыда ғана емес, сонымен қатар дағдарыс жағдайларына бейімделу қабілетінде де көрінеді. COVID-19 пандемиясы кезеңінде блокчейнге негізделген SCM жүйелері тауар қозғалысының үзіліссіздігін, вакцина логистикасын және халықаралық қадағалау мүмкіндігін тиімді түрде қамтамасыз ете алды.



Сурет 1. Блокчейнге негізделген жеткізу тізбегінің қауіпсіздік және тұрақтылық моделі

Осылайша, блокчейн SCM жүйелерінің кіберқауіпсіздігін арттырып, жаһандық тұрақтылыққа қолдау көрсете алады.

#### Практикалық мысалдар мен кейстер

Блокчейн технологиясын жабдықтау тізбегінде қолданудың тиімділігін нақты көрсету үшін бірқатар ірі халықаралық компаниялар мен жобалар қарастырылады. IBM мен Maersk компанияларының бірлескен жобасы – TradeLens – контейнерлік жүктерді блокчейн негізінде қадағалайтын жүйе. Бұл платформа транзакциялардың ашықтығы мен жылдамдығын арттырып, кедендік рәсімдерді оңтайландырады [6].

Сонымен қатар, Walmart азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін блокчейнді пайдаланады. Оның көмегімен өнімнің шығу тегін жылдам анықтап, сапасыз өнімдерді нарықтан жедел алып тастауға мүмкіндік туады. Мұндай жүйелер азық-түлік тізбегіндегі алаяқтықты азайтады және тұтынушылардың сенімін арттырады.

Ethereum желісі негізінде құрылған блокчейн арқылы балық өнімдерінің шығу тегін бақылау жобалары да бар, мысалы, Атлантикалық тунецтің толық тарихын тіркеп, заңсыз аулауды болдырмау мақсаты көзделген.

#### Енгізулер және шектеулер мәселелері

Блокчейн технологиясын жабдықтау тізбегінде енгізу бірқатар техникалық, экономикалық және әлеуметтік кедергілерге тап болады. Ең алдымен, масштабталу мәселесі – блокчейн жүйелері үлкен көлемдегі транзакцияларды өңдеуде кейде шектеулерге ұшырайды. Бұл логистикалық процестердің жылдамдығын төмендетуі мүмкін.

Сонымен қатар, энергия шығындарының жоғары болуы – әсіресе ашық блокчейндерде – экологиялық тұрғыдан маңызды проблема. Бұл компанияларды энергетикалық тиімді платформалар мен протоколдарға көшуге мәжбүрлейді.

Заңнамалық аспектілер де қиындықтар туғызады. Әлемнің түрлі елдерінде блокчейн технологиясының құқықтық мәртебесі әлі толық қалыптаспағандықтан, нормативтік талаптарға сәйкес келу және деректерді қорғау мәселелері шешілмеген.

Әлеуметтік және ұйымдастырушылық факторлар да маңызды рөл атқарады: қатысушылардың технологияны қабылдауға дайындығы, сенім деңгейі, деректерді ашуға қатысты алаңдаушылықтар жүйенің толық интеграциясына кедергі болуы мүмкін.

#### *Стандарттар және сәйкестік*

Жабдықтау тізбегіндегі блокчейн технологиясын тиімді және қауіпсіз қолдану үшін халықаралық стандарттарға сәйкес келу маңызды. ISO 28000 сериялы стандарттары – бұл SCM жүйелерінің қауіпсіздігін басқарудың негізін құрайтын құжаттар жиынтығы. Олар ұйымдарға қауіптерді анықтап, бақылау және басқару шараларын жүйелі түрде енгізуге мүмкіндік береді.

Блокчейн платформаларын осы стандарттармен интеграциялау ұйымдарға процесстердің сәйкестігін қамтамасыз етіп, ақпараттық қауіпсіздік пен деректердің тұтастығын сақтауға көмектеседі. Сонымен қатар, ISO стандарттары арқылы серіктестер мен клиенттер арасында сенімділік нығаяды.

Қазіргі уақытта блокчейн жүйелері мен смарт-келісімшарттарды стандарттау жұмыстары қарқынды жүріп жатыр. Бұл ретте, жүйелердің үйлесімділігі, қауіпсіздігі және құқықтық талаптарға сай болуы басты назарда.

Стандарттар SCM-ге блокчейнді енгізуді оңайлатып, жүйелер арасындағы интеграция мен ақпарат алмасуды жетілдіреді, сондай-ақ заңдық және нормативтік талаптарды орындауға септігін тигізеді.

#### **Қорытынды**

Зерттеу барысында блокчейн технологиясының жеткізу тізбегін басқару жүйесінде сенімділік, ашықтық және қауіпсіздік деңгейін арттыруда тиімді құрал бола алатыны анықталды. Қазіргі дәстүрлі SCM жүйелері орталықтандырылған басқаруға, адами факторға және деректердің бұрмалану қаупіне бейім келеді. Бұл жүйелер жаһандану және цифрландыру жағдайында өзінің әлсіздігін көрсетуде. Ал блокчейн жүйесі осы әлсіз тұстарды жойып, жеткізу тізбегінің барлық кезеңін қадағалауға және нақты ақпаратпен жұмыс істеуге мүмкіндік береді.

Блокчейн технологиясы арқылы тауар қозғалысы, жеткізу мерзімдері, сапа көрсеткіштері және келісімшарттық міндеттемелер нақты тіркеліп отырады. Смарт-келісімшарттардың көмегімен логистикалық операцияларды автоматтандыру, төлемдерді нақты шарттар орындалғанда жүргізу, ақауларға жедел жауап беру сынды мүмкіндіктер жүзеге асады. Сонымен қатар, IoT құрылғыларымен бірігу блокчейннің тиімділігін арттырып, жүйенің нақты уақыт режимінде жұмыс істеуін қамтамасыз етеді.

Алайда, технологияны енгізу барысында бірқатар қиындықтар да анықталды: масштабталу шектеулері, энергия шығыны, нормативтік-құқықтық база мәселелері және жүйелердің үйлесімділігінің болмауы. Бұл кедергілерді жою үшін халықаралық стандарттарды қабылдау, техникалық инфрақұрылымды дамыту және ұйым ішіндегі цифрлық сауаттылықты арттыру қажет.

Жалпы алғанда, блокчейн — тек инновациялық технология ғана емес, ол жеткізу тізбегін басқарудың жаңа парадигмасы болып табылады. Оның көмегімен логистикалық операцияларды автоматтандыру, қауіпсіздік деңгейін көтеру және тараптар арасындағы сенімділікті нығайту мүмкіндігі туындайды. Бұл технология болашақта жеткізу тізбектерін толық цифрландыруға негіз бола алады.

### Әдебиеттер тізімі

1. Nakamoto S. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System [Electronic resource]. – Access mode: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>, free. – Access date: 19.06.2025.
2. Kshetri N. Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives // International Journal of Information Management. – 2018. – Vol. 39. – P. 80–89. DOI: [10.1016/j.ijinfomgt.2017.12.005](https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2017.12.005).
3. Casino F., Dasaklis T.K., Patsakis C. A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification and open issues // Telematics and Informatics. – 2019. – Vol. 36. – P. 55–81. DOI: [10.1016/j.tele.2018.11.006](https://doi.org/10.1016/j.tele.2018.11.006).
4. Saberi S., Kouhizadeh M., Sarkis J., Shen L. Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management // International Journal of Production Research. – 2019. – Vol. 57, №7. – P. 2117–2135. DOI: [10.1080/00207543.2018.1533261](https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1533261).
5. Tian F. An agri-food supply chain traceability system for China based on RFID & blockchain technology // 2016 13th International Conference on Service Systems and Service Management (ICSSSM). – 2016. – P. 1–6. DOI: [10.1109/ICSSSM.2016.7538424](https://doi.org/10.1109/ICSSSM.2016.7538424).
6. IBM and Maersk. TradeLens blockchain-enabled digital shipping platform [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.ibm.com/blockchain/solutions/tradelens>, free. – Access date: 19.06.2025.
7. Christidis K., Devetsikiotis M. Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things // IEEE Access. – 2016. – Vol. 4. – P. 2292–2303. DOI: [10.1109/ACCESS.2016.2566339](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2016.2566339).
8. Hughes L., Dwivedi Y.K., Misra S.K., Rana N.P., Raghavan V., Akella V. Blockchain research, practice and policy: Applications, benefits, limitations, emerging research themes and research agenda // International Journal of Information Management. – 2019. – Vol. 49. – P. 114–129. DOI: [10.1016/j.ijinfomgt.2019.02.005](https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.02.005).
9. Chang S.E., Chen Y.C., Lu M.F. Supply chain re-engineering using blockchain technology: A case of smart contract based tracking process // Technological Forecasting and Social Change. – 2019. – Vol. 144. – P. 1–11. DOI: [10.1016/j.techfore.2019.03.015](https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.03.015).
10. Kamilaris A., Fonts A., Prenafeta-Boldó F.X. The rise of blockchain technology in agriculture and food supply chains // Trends in Food Science & Technology. – 2019. – Vol. 91. – P. 640–652. DOI: [10.1016/j.tifs.2019.07.034](https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.07.034).

### References

1. Nakamoto S. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System [Electronic resource]. – Access mode: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>, free. – Access date: 19.06.2025.
2. Kshetri N. Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives // International Journal of Information Management. – 2018. – Vol. 39. – P. 80–89. DOI: [10.1016/j.ijinfomgt.2017.12.005](https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2017.12.005).
3. Casino F., Dasaklis T.K., Patsakis C. A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification and open issues // Telematics and Informatics. – 2019. – Vol. 36. – P. 55–81. DOI: [10.1016/j.tele.2018.11.006](https://doi.org/10.1016/j.tele.2018.11.006).
4. Saberi S., Kouhizadeh M., Sarkis J., Shen L. Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management // International Journal of Production Research. – 2019. – Vol. 57, №7. – P. 2117–2135. DOI: [10.1080/00207543.2018.1533261](https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1533261).
5. Tian F. An agri-food supply chain traceability system for China based on RFID & blockchain technology // 2016 13th International Conference on Service Systems and Service Management (ICSSSM). – 2016. – P. 1–6. DOI: [10.1109/ICSSSM.2016.7538424](https://doi.org/10.1109/ICSSSM.2016.7538424).
6. IBM and Maersk. TradeLens blockchain-enabled digital shipping platform [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.ibm.com/blockchain/solutions/tradelens>, free. – Access date: 19.06.2025.
7. Christidis K., Devetsikiotis M. Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things //

8. Hughes L., Dwivedi Y.K., Misra S.K., Rana N.P., Raghavan V., Akella V. Blockchain research, practice and policy: Applications, benefits, limitations, emerging research themes and research agenda // International Journal of Information Management. – 2019. – Vol. 49. – P. 114–129. DOI: [10.1016/j.ijinfomgt.2019.02.005](https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.02.005).

9. Chang S.E., Chen Y.C., Lu M.F. Supply chain re-engineering using blockchain technology: A case of smart contract based tracking process // Technological Forecasting and Social Change. – 2019. – Vol. 144. – P. 1–11. DOI: [10.1016/j.techfore.2019.03.015](https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.03.015).

10. Kamilaris A., Fonts A., Prenafeta-Boldó F.X. The rise of blockchain technology in agriculture and food supply chains // Trends in Food Science & Technology. – 2019. – Vol. 91. – P. 640–652. DOI: [10.1016/j.tifs.2019.07.034](https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.07.034).

## ИССЛЕДОВАНИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПЛАТФОРМ

ЖИЕНБАЕВ Н.С. , КЕРЕЕВ А.К. 

\*Жиенбаев Нурдаулет Серикбаевич – Магистрант, Актюбинский региональный университет имени К. Жубанова, г. Ақтөбе, Қазақстан

E-mail: [goodluckertrade@gmail.com](mailto:goodluckertrade@gmail.com), <https://orcid.org/0009-0000-5401-5740>

Кереев Адилжан Қутымович – PhD, доцент кафедры информатики и информационных технологий, Актюбинский региональный университет имени К. Жубанова, г. Ақтөбе, Қазақстан

E-mail: [akereyev@zhubanov.edu.kz](mailto:akereyev@zhubanov.edu.kz), <https://orcid.org/0000-0002-8283-5807>

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются теоретические и практические аспекты создания системы безопасного управления цепочками поставок на основе технологий блокчейна. Усложнение логистических процессов в условиях глобализации и резкое повышение требований к прозрачности и достоверности данных выявили неэффективность традиционных методов управления цепочками поставок. В этой связи технология блокчейн рассматривается как перспективный инструмент решения проблемы доверия между участниками, предлагая децентрализованную и неизменяемую базу данных.

В результате систематического обзора литературы, сравнительного анализа и углубленного изучения кейсов реальных компаний (Walmart, Maersk, IBM) были определены уникальные возможности блокчейна. В частности, реестр децентрализованных записей позволяет последовательно отслеживать происхождение продукта и переход права собственности, смарт-контракты автоматизируют выполнение платежей и условий поставки, а интеграция с IoT-устройствами (данные о температуре, влажности, местоположении) дает возможность контролировать условия хранения грузов в режиме реального времени.

В работе анализируются особенности публичных (public) и разрешенных (private/permissioned) блокчейнов, сравнивается эффективность их применения в логистической сфере. Кроме того, подробно обсуждаются архитектурные модели на основе таких платформ, как Hyperledger Fabric, проблемы, связанные с безопасностью и масштабируемостью системы, а также вопросы совместимости с действующими международными стандартами и нормативными требованиями.

Полученные результаты доказывают, что технология блокчейн не только обеспечивает полную прозрачность цепочки поставок, но и способствует автоматизации логистических операций, сокращению бумажной работы и значительному снижению рисков мошенничества и распространения контрафактной продукции. Это, в свою очередь, позволяет повысить эффективность бизнес-процессов и укрепить доверие конечного потребителя.

**Ключевые слова:** блокчейн, цепь поставок, смарт-контракт, IoT, безопасность логистики.

## RESEARCH AND IMPROVEMENT OF ALGORITHMS TO ENHANCE THE FUNCTIONALITY OF MULTIMEDIA EDUCATIONAL PLATFORMS

ZHIYENBAYEV N.S. , KEREYEV A.K. 

\*Zhiyenbayev Nurdaulet Serikbayevich – Master's degree student, K.Zhubanov Aktobe regional university, Aktobe,

Kazakhstan.

**E-mail:** [goodluckertrade@gmail.com](mailto:goodluckertrade@gmail.com), <https://orcid.org/0009-0000-5401-5740>

**Kereyev Adilzhan Kutymovich** – PhD, associate professor, department of computer science and information technologies, K.Zhubanov Aktobe regional university, Aktobe, Kazakhstan.

**E-mail:** [akereyev@zhubanov.edu.kz](mailto:akereyev@zhubanov.edu.kz), <https://orcid.org/0000-0002-8283-5807>

**Abstract.** This article examines the theoretical and practical aspects of developing a secure supply chain management system based on blockchain technologies. The increasing complexity of logistics processes in the context of globalization and the growing demands for data transparency and reliability have highlighted the inefficiency of traditional supply chain management methods. In this regard, blockchain technology is considered a promising tool for solving the problem of trust between participants by offering a decentralized and immutable database.

Through a systematic literature review, comparative analysis, and in-depth study of case studies from real companies (Walmart, Maersk, IBM), the unique capabilities of blockchain have been identified. Specifically, a decentralized ledger enables consistent tracking of product provenance and ownership transfer; smart contracts automate payments and the execution of delivery terms; and integration with IoT devices (providing data on temperature, humidity, and location) allows for real-time monitoring of cargo storage conditions.

The paper analyzes the characteristics of public and permissioned blockchains, comparing the effectiveness of their application in the logistics sector. Furthermore, it discusses architectural models based on platforms like Hyperledger Fabric, issues related to system security and scalability, as well as compatibility with existing international standards and regulatory requirements.

The findings demonstrate that blockchain technology not only ensures complete supply chain transparency but also facilitates the automation of logistics operations, reduces paperwork, and significantly lowers the risks of fraud and the spread of counterfeit products. This, in turn, enhances the efficiency of business processes and strengthens end-consumer trust.

**Key words:** blockchain, supply chain, smart contract, IoT, logistics security.