

ЖОҒАРЫ БІЛІМ БЕРУ ЖҮЙЕСІНДЕ АКАДЕМИЯЛЫҚ ДЕРЕКТЕРДІ ҚАУІПСІЗ ВЕРИФИКАЦИЯЛАУҒА АРНАЛҒАН БЛОКЧЕЙН НЕГІЗІНДЕГІ АРХИТЕКТУРАНЫ ӘЗІРЛЕУ ЖӘНЕ МОДЕЛЬДІК АПРОБАЦИЯ

УБАЕВА Ж.К. , МУКАНБЕТСАДЫКОВА А.Қ. 

Убаева Жанар Картбаевна - PhD, аға оқытушы, Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе қ., Қазақстан.

E-mail: zhanar_ubaeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9835-5034>

*Муканбетсадыкова Ақтілек Қыдырбекқызы - Магистрант, Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе қ., Қазақстан.

E-mail: mukanbetsadykovaaktilek@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-9950-8359>

Андатпа. Жоғары білім беру жүйесінің цифрлық трансформациясы жағдайында академиялық құжаттардың түпнұсқалығын қамтамасыз ету, жалған дипломдардың таралуын болдырмау және деректердің өзгермейтіндігін сақтау мәселесі ерекше өзектілікке ие. Дәстүрлі орталықтандырылған ақпараттық жүйелер бір нүктелі осалдық тәуекеліне ие және әкімшілік растау рәсімдерінің көпсатылы болуына байланысты уақыттық және ұйымдастырушылық шығындарды арттырады. Осыған байланысты бұл мақалада академиялық деректерді қауіпсіз верификациялауға арналған блокчейн технологиясына негізделген консорциумдық архитектураны әзірлеу және оны модельдік ортада апробациялау нәтижелері ұсынылады.

Зерттеу барысында Ethereum Proof-of-Authority (PoA) желісі негізінде прототиптік модель құрастырылып, смарт-келісімшарттар көмегімен дипломдарды тіркеу және тексеру үдерістері автоматтандырылды. Архитектура гибридтік тәсілге негізделіп, деректердің өзін off-chain ортада сақтау және олардың криптографиялық хәшін блокчейнде тіркеу қағидаты жүзеге асырылды.

Академиялық жазбадан тұратын синтетикалық деректер жиыны негізінде модельдік бағалау жүргізіліп, верификация үдерісінің уақыттық және функционалдық тиімділік әлеуеті талданды. Зерттеу нәтижелері ұсынылған шешімнің әкімшілік процестерді оңтайландыру, деректердің тұтастығын қамтамасыз ету және институционалдық сенімділікті арттыру мүмкіндігін көрсетеді. Нақты университеттік инфрақұрылымда пилоттық апробация жүргізу болашақ зерттеулердің келесі кезеңі ретінде қарастырылады.

Түйін сөздер: блокчейн, академиялық верификация, цифрлық диплом, смарт-келісімшарт, Ethereum, киберқауіпсіздік, цифрлық трансформация.

Кіріспе

Жоғары білім беру жүйесінің цифрлық трансформациясы жағдайында академиялық құжаттардың түпнұсқалығын қамтамасыз ету мәселесі ерекше өзектілікке ие. Жоғары білім беру жүйесінің цифрлық трансформациясы қазіргі кезеңде білім беру ұйымдарының басқару модельдерін, деректер инфрақұрылымын және академиялық құжат айналымын қайта қарастыруды талап етеді. Академиялық құжаттарды тексеру рәсімдері көп жағдайда ұзақ уақытты талап етеді және әкімшілік шығындардың артуына алып келеді. Сандық технологиялардың қарқынды дамуы құжаттарды онлайн беру, электрондық реестрлер жүргізу және білім беру қызметтерін цифрландыру үдерісін жеделдетті. Алайда цифрлық ортада академиялық құжаттардың түпнұсқалығын қамтамасыз ету, деректердің өзгермейтіндігін сақтау және рұқсатсыз қол жеткізуден қорғау мәселесі өзекті күйінде қалып отыр.

Дәстүрлі орталықтандырылған дерекқорларға негізделген ақпараттық жүйелер бір нүктелі осалдық (single point of failure) қаупіне ие. Мұндай архитектураларда деректерді әкімшілік деңгейде өзгерту, рұқсатсыз түзету немесе сыртқы кибершабуылдарға ұшырау тәуекелі сақталады. Сонымен қатар дипломдарды тексеру рәсімі көп жағдайда қолмен орындалатын бірнеше кезеңнен тұрады, бұл уақыт шығыны мен әкімшілік жүктеменің артуына әкеледі.

Соңғы жылдары блокчейн технологиялары білім беру саласында сенімділік пен ашықтықты

арттыру құралы ретінде қарастырылып келеді [1]. Consortium (permissioned) архитектураларын қолдану білім беру ұйымдарының институционалдық талаптарына бейімделуге мүмкіндік береді [2]. Смарт-келісімшарттарды пайдалану арқылы дипломдарды тіркеу және тексеру процестерін автоматтандыру әкімшілік процестерді оңтайландыруға және адами фактордың әсерін төмендетуге ықпал етеді [3].

Бірқатар зерттеулер академиялық жетістіктерді фальсификациялау тәуекелдерін төмендету үшін блокчейн мен жасанды интеллектті біріктіріп қолданудың тиімді екенін көрсетеді [4]. Сонымен қатар, гибридік модельдер — яғни деректердің өзін желіден тыс (off-chain) сақтау және олардың криптографиялық хәштерін блокчейнде тіркеу — білім беру жүйесі үшін оңтайлы шешім ретінде қарастырылады [5].

Осы зерттеудің мақсаты – жоғары білім беру жүйесінде академиялық деректерді қауіпсіз верификациялауға арналған консорциумдық Ethereum Proof-of-Authority (PoA) архитектурасын әзірлеу және модельдік апробациялау.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Бұл зерттеу жобалау-модельдеу әдісіне негізделді. Алғашқы кезеңде жоғары білім беру жүйесіндегі академиялық құжаттарды верификациялау үдерісінің құрылымдық талдауы жүргізілді. Кейін консорциумдық Ethereum Proof-of-Authority желісі негізінде прототиптік архитектура жасакталды. Смарт-келісімшарттар Solidity тілінде әзірленіп, диплом деректерін тіркеу және тексеру процестері автоматтандырылды.

Зерттеу барысында келесі әдістер пайдаланылды:

Әдеби шолу: Зерттеу аясында блокчейн технологиясының білім беру саласындағы қолданылуына қатысты отандық және шетелдік ғылыми еңбектерге талдау жүргізілді. Академиялық дипломдарды цифрлық верификациялау, деректердің өзгермейтіндігін қамтамасыз ету, смарт-келісімшарттарды қолдану және консорциумдық блокчейн модельдерінің тиімділігі қарастырылды. Сонымен қатар, академиялық адалдықты сақтау және жалған дипломдарды анықтау мәселелері бойынша халықаралық тәжірибелер салыстырмалы түрде бағаланды. Әдеби талдау нәтижесінде блокчейн технологиясын енгізудің негізгі артықшылықтары (деректердің тұтастығы, ашықтық, аудит мүмкіндігі) және шектеулері (инфрақұрылымдық шығындар, құқықтық сәйкестік мәселелері, масштабтау күрделілігі) айқындалды.

Бірқатар зерттеулерде блокчейн негізіндегі деректерді ұйымдастыру кезінде онтологиялық тәсілді қолдану ұсынылған. Мұндай модельдер академиялық құжаттарды құрылымдау мен верификациялауды семантикалық деңгейде оңтайландыруға мүмкіндік береді және түрлі білім беру жүйелері арасында үйлесімділікті арттырады [6]. Сонымен қатар трансшекаралық дипломдарды тану және цифрлық академиялық экожүйелерді қалыптастыру бағытында блокчейн технологиясының әлеуеті қарастырылған [7].

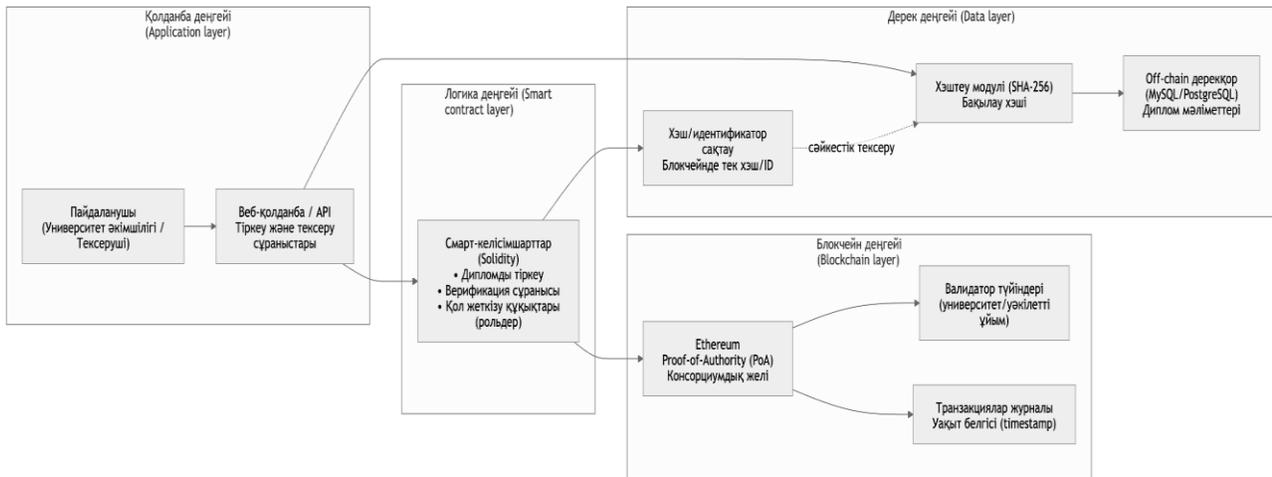
Жүйелік модельдеу: Зерттеу барысында академиялық деректерді тексерудің блокчейн негізіндегі архитектуралық моделі әзірленді. Модель үш деңгейден тұрды: инфрақұрылымдық, ұйымдастырушылық және функционалдық. Инфрақұрылымдық деңгейде Ethereum Proof-of-Authority (PoA) консорциумдық желісі қолданылды. Энергия тиімділігі мен масштабталу мәселелері академиялық верификация жүйелерін жобалауда маңызды фактор болып табылады. Зерттеулерде permissioned блокчейн модельдерінің өнімділік тұрғысынан институционалдық ортаға бейім екендігі көрсетілген [8, 9]. Функционалдық деңгейде смарт-келісімшарттар арқылы диплом беру және тексеру процестері автоматтандырылды. Ұйымдастырушылық деңгей университеттің цифрлық білім беру ортасымен интеграциялау механизмдерін қамтыды.

Proof-of-Authority (PoA) консенсус механизмі зерттеу аясында білім беру ұйымдарына тән рұқсатталған орта үшін оңтайлы шешім ретінде қарастырылды. Public блокчейн желілерімен салыстырғанда PoA желілері транзакция растау жылдамдығының жоғары болуы және басқарылатын валидатор құрылымы арқылы институционалдық бақылауды қамтамасыз ету

мүмкіндігімен ерекшеленеді.

Жүйе көпдеңгейлі архитектура қағидатына негізделген және пайдаланушы интерфейсі, смарт-келісімшарт деңгейі, консорциумдық Ethereum Proof-of-Authority желісі және off-chain дерекқор компоненттерін қамтиды.

1-суретте академиялық деректерді қауіпсіз верификациялауға арналған блокчейн архитектурасының құрылымдық моделі көрсетілген.



Сурет 1 – Блокчейн негізіндегі академиялық деректерді верификациялау архитектурасы

Пайдаланушы (университет әкімшілігі немесе сыртқы тексеруші) веб-интерфейс арқылы диплом деректерін енгізеді немесе тексеру сұранысын жолдайды. Мәліметтер SHA-256 алгоритмі арқылы хэштеліп, олардың криптографиялық бақылау мәні смарт-келісімшартқа жіберіледі. Смарт-келісімшарт транзакцияны Ethereum PoA желісіне тіркейді, ал консорциумдық валидатор түйіндері транзакцияның дұрыстығын растайды. Негізгі деректер off-chain дерекқорда сақталады, ал блокчейнде олардың өзгермейтін хэштері тіркеледі. Мұндай гибридік модель деректердің тұтастығын сақтай отырып, жүйе өнімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Криптографиялық модельдеу негіздері: Ұсынылған архитектура академиялық деректердің өзгермейтіндігін қамтамасыз ету үшін криптографиялық хэш-функцияға негізделеді. Зерттеу барысында SHA-256 алгоритмі қолданылды. Әрбір диплом дерегі D_i келесі түрде хэштеледі:

$$H_i = SHA256(D_i) \quad (1)$$

мұндағы:

- D_i – i -ші дипломның құрылымдық деректері (идентификатор, студент коды, мамандық, берілген жылы);

- H_i – блокчейнде сақталатын криптографиялық бақылау хэші.

Верификация үдерісі келесі логикалық шарт арқылы жүзеге асырылады:

$$\begin{aligned} Verify(D_i) &= 1, \text{ если } SHA256(D_i) = H_{stored} \\ Verify(D_i) &= 0, \text{ если } SHA256(D_i) \neq H_{stored} \end{aligned} \quad (2)$$

Бұл механизм академиялық деректердің тұтастығын бақылауға және рұқсатсыз өзгерістерді анықтауға мүмкіндік береді.

Эксперименттік зерттеу: Модельдік орта құру үшін 150 академиялық жазбадан тұратын синтетикалық деректер жиыны қалыптастырылды. Жазбалар нақты университеттік деректерді

пайдаланбай, құрылымдық модельдеу принциптері негізінде жасалды. Әр жазбада диплом идентификаторы, студенттік код, мамандық, берілген жылы және бақылау хәші қамтылды. Деректер құпиялылық талаптарын сақтау мақсатында жасанды түрде генерацияланды және нақты тұлғалармен байланысты емес.

Модельдік тестілеу барысында келесі көрсеткіштер бағаланды::

- құжаттарды тексеру уақыты;
- әкімшілік процедуралар саны;
- деректердің өзгермейтіндігі;
- жалған әрекеттерге төзімділік;
- жүйенің өнімділігі.

Симуляция барысында 50 верификация сұранысы және 10 бақылаулы деректерді бұрмалау әрекеті жүзеге асырылды. Нәтижесінде блокчейн моделі деректердің криптографиялық қорғалуын және тексеру уақытының айтарлықтай қысқаруын көрсетті.

Қолданылған материалдар:

Бағдарламалық қамтамасыз ету: Ethereum (PoA конфигурациясы), Solidity Remix IDE, Ganache, Python, MySQL.

Қолданылған технологиялық инфрақұрылым: Виртуалды серверлік орта (testnet режимі), MetaMask цифрлық әмияны, SHA-256 криптографиялық хэш алгоритмі.

Зерттеу қатысушылары: Зерттеу модельдік симуляция негізінде жүргізілді. Нақты студенттік деректер қолданылмады, барлық жазбалар анонимделген тесттік мәліметтер болды.

Нәтижелер және оларды талқылау

Модельдік апробация нәтижелері блокчейн негізіндегі тексеру механизмінің функционалдық тиімділік әлеуетін көрсетті. Салыстырмалы модельдік бағалау барысында тексеру уақытының едәуір қысқару мүмкіндігі анықталды. Әкімшілік процестердің оңтайлану тенденциясы байқалды.

Криптографиялық хэш-механизм деректердің өзгермейтіндігін қамтамасыз ететін негізгі қауіпсіздік элементі ретінде сипатталды. Консорциумдық архитектура транзакцияларды бірнеше валидатор түйіндері арқылы растау қағидатына негізделгендіктен, орталықтандырылған жүйелерге тән тәуекелдерді төмендету әлеуетіне ие.

Алынған нәтижелер академиялық құжаттарды блокчейн арқылы верификациялау бағытындағы заманауи зерттеулермен үйлеседі [2–4]. Дегенмен, апробация модельдік ортада жүргізілгендіктен, ұсынылған шешімді нақты университеттік инфрақұрылым жағдайында пилоттық сынақтан өткізу қажеттілігі сақталады.

Дәстүрлі жүйеде құжаттарды тексеру бірнеше қолмен орындалатын растау кезеңдерін қамтыса, блокчейн архитектурасында бұл процестер смарт-келісімшарттар арқылы автоматтандырылған түрде жүзеге асырылады. Модельдік салыстырмалы талдау блокчейн негізіндегі верификацияның уақыттық және әкімшілік тиімділікті арттыру әлеуетін көрсетті.

Сонымен қатар, модельдік бағалау академиялық деректерді өзгермейтін реестрде сақтау институционалдық сенімділікті арттыру перспективасына ие, бұл блокчейн негізіндегі білім беру модельдерін талдаған зерттеулермен мазмұндық үйлесімділікте қарастырылуы мүмкін [10]. Блокчейн технологиясы дипломдардың қолдан жасалу тәуекелін төмендетуге, деректердің бұрмалануына жол бермеуге және тексеру үдерістерін жеделдетуге бағытталған перспективалық құрал ретінде қарастырылуы мүмкін.

Алайда енгізу барысында бірқатар шектеулер анықталды. Олардың қатарына блокчейн инфрақұрылымын құруға бастапқы қаржылық шығындардың жоғары болуы, университет қызметкерлерінің технологиялық даярлығының жеткіліксіздігі, қолданыстағы ақпараттық жүйелермен интеграциялау күрделілігі, дербес деректерді қорғау талаптарын заңнамалық тұрғыда үйлестіру қажеттілігі және жүйені масштабтау кезінде техникалық жүктеменің артуы

жатады.

Жалпы алғанда, жүргізілген модельдік апробация блокчейн технологиясын жоғары білім беру жүйесінде академиялық деректерді қауіпсіз басқарудың перспективалық бағыты ретінде қарастыруға мүмкіндік береді. Ұсынылған модель цифрлық трансформация жағдайында ашықтық пен сенімділікті күшейту әлеуетіне ие.

Қиындықтар:

Блокчейн технологиясын жоғары білім беру жүйесіне енгізу барысында бірқатар ұйымдастырушылық, техникалық және құқықтық сипаттағы қиындықтар туындауы мүмкін. Ең алдымен, консорциумдық блокчейн инфрақұрылымын қалыптастыру бастапқы қаржылық және техникалық ресурстарды талап етеді. Валидатор түйіндерін орналастыру, серверлік қуаттарды қамтамасыз ету және желілік қауіпсіздік шараларын ұйымдастыру қосымша инвестицияны қажет етеді.

Сонымен қатар университет қызметкерлерінің блокчейн технологиясы бойынша жеткілікті даярлығының болмауы енгізу процесін күрделендіруі мүмкін. Қолданыстағы ақпараттық жүйелермен интеграциялау мәселелері де ерекше назарды талап етеді, себебі көптеген университеттік басқару жүйелері орталықтандырылған дерекқорларға негізделген.

Құқықтық тұрғыдан алғанда, дербес деректерді қорғау туралы ұлттық заңнама талаптарын сақтау және цифрлық дипломдардың нормативтік мәртебесін анықтау маңызды міндеттердің бірі болып табылады. Бұл факторлар ұсынылған модельді кең көлемде енгізу алдында жан-жақты талдауды қажет етеді.

Болашақтағы перспективалар мен ұсыныстар:

Болашақ зерттеулерде ұсынылған архитектураны нақты университеттік ортада пилоттық режимде апробациялау маңызды бағыттардың бірі болып табылады. Өндірістік ортада жүйенің өнімділік көрсеткіштерін, масштабталу мүмкіндігін және пайдаланушы тәжірибесін бағалау қажеттілігі сақталады.

Сонымен қатар блокчейн технологиясын жасанды интеллект, бұлттық есептеулер және цифрлық сәйкестендіру жүйелерімен интеграциялау академиялық деректерді басқарудың жаңа мүмкіндіктерін ашуы мүмкін. Әсіресе трансшекаралық дипломдарды тану және халықаралық академиялық мобильділікті қолдау бағытында блокчейн негізіндегі стандартталған платформалар құру перспективалы болып табылады.

Ұсыныстар ретінде университеттерде блокчейн технологиялары бойынша біліктілікті арттыру бағдарламаларын ұйымдастыру, нормативтік-құқықтық базаны жетілдіру және консорциумдық модельдерді кезең-кезеңімен енгізу ұсынылады.

Қолдану аясы мен шектеулер:

Ұсынылған модель академиялық құжаттарды верификациялау, цифрлық дипломдарды тіркеу және студенттердің оқу жетістіктерін сенімді сақтау жүйелерінде қолданылуы мүмкін. Сонымен қатар модель микроквалификациялар мен цифрлық сертификаттарды басқару үдерістерінде де бейімделуі ықтимал.

Дегенмен зерттеу модельдік сипатта жүргізілгендіктен, алынған нәтижелерді тікелей өндірістік ортаға көшіру белгілі бір шектеулерге ие. Синтетикалық деректерді пайдалану жүйенің нақты пайдаланушылар жағдайындағы мінез-құлқын толық сипаттай алмайды. Сондай-ақ консорциумдық басқару тетіктерін институционалдық деңгейде келісу қосымша уақыт пен ұйымдастырушылық күшті талап етеді.

Қорытынды

Жүргізілген зерттеу жоғары білім беру жүйесінде академиялық деректерді верификациялау үдерісін жетілдіруге бағытталған блокчейн негізіндегі архитектураның концептуалдық және модельдік негіздерін айқындады. Модельдік апробация нәтижелері ұсынылған жүйенің академиялық құжаттарды тексеру үдерісін автоматтандыру және оңтайландыру әлеуетіне ие

екенін көрсетті.

Симуляциялық бағалау барысында тексеру уақытын қысқарту, әкімшілік жүктемені төмендету және деректердің криптографиялық өзгермейтіндігін қамтамасыз ету мүмкіндігі анықталды. Консорциумдық Proof-of-Authority архитектурасы орталықтандырылған жүйелерге тән тәуекелдерді азайтуға және транзакциялардың сенімді тіркелуін қамтамасыз етуге бағытталған шешім ретінде сипатталды.

Ұсынылған модель жоғары оқу орындарының цифрлық трансформациясы жағдайында академиялық деректерді қауіпсіз басқарудың перспективалық бағыты ретінде қарастырылуы мүмкін. Блокчейн технологиясы дипломдардың түпнұсқалылығын растау, деректердің бұрмалануын болдырмау және верификация үдерістерін автоматтандыру тұрғысынан институционалдық сенімділікті арттыру әлеуетіне ие.

Сонымен қатар, зерттеу нәтижелері нақты университеттік инфрақұрылымда пилоттық сынақ жүргізуді қажет етеді. Болашақ зерттеулерде ұсынылған архитектураны өндірістік ортада апробациялау, өнімділік көрсеткіштерін нақты деректер негізінде бағалау және құқықтық-институционалдық сәйкестікті талдау маңызды болып табылады.

Жалпы алғанда, блокчейн технологиясын жоғары білім беру жүйесінде қолдану академиялық деректерді басқарудың ашықтығын, қауіпсіздігін және сенімділігін арттырудың ғылыми-негізделген перспективалық бағыты ретінде қарастырылуы мүмкін.

Жалпы алғанда, блокчейн технологиясын жоғары білім беру жүйесінде қолдану академиялық деректерді басқарудың ашықтығын, қауіпсіздігін және сенімділігін арттырудың ғылыми-негізделген перспективалық бағыты ретінде қарастырылуы мүмкін.

Әдебиеттер тізімі

1. Lizcano D., Lara J.A., White B., Aljawarneh S. Blockchain-based approach to create a model of trust in open and ubiquitous higher education // *Journal of Computing in Higher Education*. – 2020. – Vol. 32. – P. 109–134. – DOI: [10.1007/s12528-019-09209-y](https://doi.org/10.1007/s12528-019-09209-y).
2. Kistaubayev Y., et al. Ethereum-Based Information System for Digital Higher Education Registry and Verification of Student Achievement Documents // *Future Internet*. – 2022. – Vol. 15, No. 1. – Art. 3. – DOI: [10.3390/fi15010003](https://doi.org/10.3390/fi15010003).
3. Kabashi A., et al. Trustworthy Verification of Academic Credentials through Blockchain Technology // *International Journal of Online Engineering (iJOE)*. – 2024. – Vol. 20, No. 9. – DOI: [10.3991/ijoe.v20i09.48999](https://doi.org/10.3991/ijoe.v20i09.48999).
4. Razaque A., et al. An Anti-Corruption System for Academic Achievement Verification in Kazakhstani Higher Education Using Blockchain and Artificial Intelligence // *Frontiers in Blockchain*. – 2025. – DOI: [10.3389/fbloc.2025.1683522](https://doi.org/10.3389/fbloc.2025.1683522).
5. Moya A. Blockchain for Academic Integrity: Developing the Blockchain Academic Credential Interoperability Protocol (BACIP) // *arXiv*. – 2024. – DOI: [10.48550/arXiv.2406.15482](https://doi.org/10.48550/arXiv.2406.15482).
6. Sitanggang T. W., Kamar K., Priyono H., Wahab A., Nusantoro H., and Sunengsih M., Enhancing Educational Data Integrity Using Blockchain and Ontologies, pp. 1–7, Aug. 2025, DOI: [10.1109/iccit65724.2025.11166757](https://doi.org/10.1109/iccit65724.2025.11166757).
7. Shmatko, O., Borova, T., Yevseiev, S., & Milov, O. (2021). Tokenization of educational assets based on blockchain technologies. *ScienceRise: Pedagogical Education*, 3(42), 4–10. <https://doi.org/10.15587/2519-4984.2021.232321>
8. Fernández-Blanco J., et al. Design, Implementation and Practical Energy-Efficiency Evaluation of a Blockchain-Based Academic Credential Verification System // *Applied Sciences*. – 2024. – DOI: [10.3390/app15126596](https://doi.org/10.3390/app15126596).
9. Dordevic M., et al. Blockchain-Based Academic Records for Hybrid Education // *Journal Neosantara Hybrid Learning*. – 2025. – DOI: [10.70177/jnhl.v3i1.2231](https://doi.org/10.70177/jnhl.v3i1.2231).

10. Bjelobaba S., et al. Collaborative Learning Supported by Blockchain Technology as a Model for Improving the Educational Process // Sustainability. – 2023. – DOI: [10.3390/su15064780](https://doi.org/10.3390/su15064780).

References

1. Lizcano D., Lara J.A., White B., Aljawarneh S. Blockchain-based approach to create a model of trust in open and ubiquitous higher education // Journal of Computing in Higher Education. – 2020. – Vol. 32. – P. 109–134. – DOI: [10.1007/s12528-019-09209-y](https://doi.org/10.1007/s12528-019-09209-y).
2. Kistaubayev Y., et al. Ethereum-Based Information System for Digital Higher Education Registry and Verification of Student Achievement Documents // Future Internet. – 2022. – Vol. 15, No. 1. – Art. 3. – DOI: [10.3390/fi15010003](https://doi.org/10.3390/fi15010003).
3. Kabashi A., et al. Trustworthy Verification of Academic Credentials through Blockchain Technology // International Journal of Online Engineering (iJOE). – 2024. – Vol. 20, No. 9. – DOI: [10.3991/ijoe.v20i09.48999](https://doi.org/10.3991/ijoe.v20i09.48999).
4. Razaque A., et al. An Anti-Corruption System for Academic Achievement Verification in Kazakhstani Higher Education Using Blockchain and Artificial Intelligence // Frontiers in Blockchain. – 2025. – DOI: [10.3389/fbloc.2025.1683522](https://doi.org/10.3389/fbloc.2025.1683522).
5. Moya A. Blockchain for Academic Integrity: Developing the Blockchain Academic Credential Interoperability Protocol (BACIP) // arXiv. – 2024. – DOI: [10.48550/arXiv.2406.15482](https://doi.org/10.48550/arXiv.2406.15482).
6. Sitanggang T. W., Kamar K., Priyono H., Wahab A., Nusantoro H., and Sunengsih M., Enhancing Educational Data Integrity Using Blockchain and Ontologies, pp. 1–7, Aug. 2025, DOI: [10.1109/iccit65724.2025.11166757](https://doi.org/10.1109/iccit65724.2025.11166757).
7. Shmatko, O., Borova, T., Yevseiev, S., & Milov, O. (2021). Tokenization of educational assets based on blockchain technologies. ScienceRise: Pedagogical Education, 3(42), 4–10. <https://doi.org/10.15587/2519-4984.2021.232321>
8. Fernández-Blanco J., et al. Design, Implementation and Practical Energy-Efficiency Evaluation of a Blockchain-Based Academic Credential Verification System // Applied Sciences. – 2024. – DOI: [10.3390/app15126596](https://doi.org/10.3390/app15126596).
9. Dordevic M., et al. Blockchain-Based Academic Records for Hybrid Education // Journal Neosantara Hybrid Learning. – 2025. – DOI: [10.70177/jnhl.v3i1.2231](https://doi.org/10.70177/jnhl.v3i1.2231).
10. Bjelobaba S., et al. Collaborative Learning Supported by Blockchain Technology as a Model for Improving the Educational Process // Sustainability. – 2023. – DOI: [10.3390/su15064780](https://doi.org/10.3390/su15064780).

РАЗРАБОТКА И МОДЕЛЬНАЯ АПРОБАЦИЯ БЛОКЧЕЙН-ОСНОВАННОЙ АРХИТЕКТУРЫ ДЛЯ БЕЗОПАСНОЙ ВЕРИФИКАЦИИ АКАДЕМИЧЕСКИХ ДАННЫХ В СИСТЕМЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

УБАЕВА Ж.К. , МУКАНБЕТСАДЫКОВА А.К. 

Убаева Жанар Картбаевна – PhD, старший преподаватель, Актюбинский региональный университет имени К. Жубанова, г. Ақтөбе, Қазақстан.

E-mail: zhanar_ubaeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9835-5034>

*Муканбетсадыкова Актилек Кыдырбекқызы - Магистрант, Актюбинский региональный университет имени К. Жубанова, г. Ақтөбе, Қазақстан.

E-mail: mukanbetsadykovaaktilek@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-9950-8359>

Аннотация. В условиях цифровой трансформации системы высшего образования обеспечение подлинности академических документов, предотвращение распространения поддельных дипломов и сохранение неизменности данных приобретают особую актуальность. Традиционные централизованные информационные системы характеризуются риском единой точки отказа и из-за многоэтапных административных процедур проверки приводят к увеличению временных и организационных затрат. В связи с этим в этой статье представлены результаты

разработки консорциумной архитектуры на основе технологии блокчейн для безопасной верификации академических данных и ее апробации в модельной среде.

В ходе исследования была разработана прототипная модель на базе сети Ethereum Proof-of-Authority (PoA), а процессы регистрации и проверки дипломов были автоматизированы с использованием смарт-контрактов. Архитектура основана на гибридном подходе, предусматривающем хранение самих данных в off-chain среде с фиксацией их криптографических хэшей в блокчейне.

На основе синтетического набора академических записей была проведена модельная оценка, позволившая проанализировать временной и функциональный потенциал эффективности процесса верификации. Полученные результаты демонстрируют возможность оптимизации административных процедур, обеспечения целостности данных и повышения институционального доверия. Проведение пилотной апробации в реальной университетской инфраструктуре рассматривается как следующий этап дальнейших исследований.

Ключевые слова: блокчейн, академическая верификация, цифровой диплом, смарт-контракт, Ethereum, кибербезопасность, цифровая трансформация.

DEVELOPMENT AND MODEL-BASED VALIDATION OF A BLOCKCHAIN-BASED ARCHITECTURE FOR SECURE ACADEMIC DATA VERIFICATION IN HIGHER EDUCATION

UBAEVA Z.K. , MUKANBETSADYKOVA A.K. * 

Ubaeva Zhanar Kartbaevna - PhD, senior lecturer, K. Zhubanov Aktobe regional university, Aktobe, Kazakhstan.

E-mail: zhanar_ubaeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9835-5034>

***Mukanbetsadykova Aktilek Kydyrbekyzy** - Master's student, K. Zhubanov Aktobe regional university, Aktobe, Kazakhstan.

E-mail: mukanbetsadykovaaktilek@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-9950-8359>

Abstract. In the context of the digital transformation of higher education, ensuring the authenticity of academic documents, preventing the circulation of fraudulent diplomas, and maintaining data immutability have become critically important. Traditional centralized information systems are characterized by a single point of failure risk and multi-stage administrative verification procedures that increase time and organizational costs. In this regard, the article presents the development of a consortium blockchain-based architecture for secure academic data verification and its model-based validation.

During the study, a prototype model was developed using the Ethereum Proof-of-Authority (PoA) network, and diploma registration and verification processes were automated through smart contracts. The proposed architecture follows a hybrid approach, where actual data are stored off-chain, while their cryptographic hashes are recorded on the blockchain.

A model-based evaluation was conducted using a synthetic dataset of academic records to analyze the temporal and functional efficiency potential of the verification process. The findings indicate the possibility of optimizing administrative procedures, ensuring data integrity, and enhancing institutional trust. Pilot testing within a real university infrastructure is considered as the next stage of further research.

Key words: blockchain, academic verification, digital diploma, smart contract, Ethereum, cybersecurity, digital transformation.