

DOI 10.52260/2304-7216.2026.2(63).18
 ЭОЖ 657.1.011.56:338.45
 FTAMP 06.35.31

Ш.Б. Узбаканова*, PhD докторант¹
 А.А. Кажмухаметова, э.ғ.к., доцент¹
 М.Б. Толысбаева, PhD, қауым. профессор²
 Л.Ж. Айтхожина, э.ғ.к., доцент³
 Л.Н. Гумилев атындағы Еуразиялық ұлттық
 университеті, Астана қ., Қазақстан¹
 Астана халықаралық университеті,
 Астана қ., Қазақстан²
 Esil University, Астана қ., Қазақстан³
 * – негізгі автор (хат-хабарларға арналған автор)
 e-mail: uzbakanovasynar@gmail.com

ЭКО-ИННОВАЦИЯЛАРДЫ ЕНГІЗУДЕГІ ЕСЕПТІК-ТАЛДАМАЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРДІҢ ЦИФРЛЫҚ ТРАНСФОРМАЦИЯСЫ

Мақалада экономиканы цифрландыру мен экологияландыру қатар жүзеге асатын «қосарланған өтпелі кезең» жағдайында өнеркәсіптік кәсіпорындардағы эко-инновацияларды енгізудегі есептік-талдамалық процестердің цифрлық трансформациясының рөлі қарастырылған. Экологиялық шығындардың ашықтығын қамтамасыз ету және ақпараттық ашықтықтарды азайту мақсатында есептік жүйеге заманауи цифрлық технологияларды (IoT, Big Data, ERP-жүйелер және предиктивті талдау құралдары) енгізудің қажеттілігі негізделген.

Экологиялық есеп жүргізу тәсілдеріндегі және цифрлық даму деңгейлерін анықтау мақсатында қазақстандық (ERG, «Қазцинк», «Қазақмыс») және халықаралық (Siemens, Unilever) компаниялардың кейстеріне салыстырмалы талдама жасалды. Цифрлық эко-трансформацияның үш деңгейлі моделі ұсынылды (реактивті, интеграцияланған, проактивті). Қазақстандық өнеркәсіптік кәсіпорындарда есептің қамтылу деңгейін кеңейту мақсатында тәжірибелік ұсынымдар жасалды (Score 1, Score 2, Score 3), цифрлық жүйелердің және өмірлік циклді бағалау құралдарын интеграциясы ұсынылды. Зерттеудің басты ерекшелігі- есептік процестердің цифрлануы және эко-инновациялардың даму барысының байланысын анықтауға негізделді.

Зерттеуден алынған нәтижелер, тұрақты даму стратегиясын құрауда және кәсіпорындар мен сала деңгейінде цифрландыру процесінде қолдануға болады. Тәжірибелік маңыздылығы болып: интеграцияланған цифрлық және экологиялық шешімдерді енгізу негізінде компаниялардың инвестициялық тартымдылығы мен бәсекеге қабілеттілігін арттыру мүмкіндігімен айқындалады.

Кілт сөздер: цифрлық трансформация, есептік- талдамалық жүйе, эко-инновация, өнеркәсіптік кәсіпорын, ESG- есеп беру, есепті цифрландыру, тұрақты даму, Score 1-3, цифрлық жетілу.

Ключевые слова: цифровая трансформация, учетно-аналитическая система, эко-инновация, промышленные предприятия, ESG- отчетность, цифровизация учета, устойчивое развитие, Score1-3, цифровая зрелость.

Keywords: digital transformation, accounting and analytical system, eco-innovation, industrial enterprises, ESG reporting, accounting digitalization, sustainable development, Scope 1–3, digital maturity.

JEL classifications: M11, M41, O31

Кіріспе. Өлемдік өнеркәсіптің қазіргі даму кезеңі «қосарланған өтпелі кезең» феноменімен сипатталады (Twin Transition) - өндірістің экологизациялануы мен цифрландыруының бір уақытта болуы. 2025- 2026 жылдары экологиялық тәртіп имидждік құрамдастан қатаң экономикалық талаптарға трансформацияланды.

Өнеркәсіптік кәсіпорындарда қолданылатын дәстүрлі есеп жүйелері экологиялық шешімдерді қабылдау үшін қажетті толық әрі сенімді ақпаратты әрдайым қамтамасыз ете бермейді. Негізгі мәселе экологиялық шығындар туралы ақпараттың жеткіліксіздігі мен фрагменттелуінде болып табылады: экологиялық шығындар жалпы өндірістік шығындармен есептелуде, сол себепті эко-инновацияларды пайдалану тиімділігін айқын етпейді. Осыған байланысты тұйық циклді экономика қағидаттарына көшудің маңызды шарттарының бірі есептік процестерге цифрлық құралдарды интеграциялау болып табылады.

Зерттеудің мақсаты - экологиялық инновацияларды енгізудегі катализатор ретінде есептік - талдамалық процесте цифрлық трансформацияның теориялық негізі мен тәжірибелік ролін көрсету.

Цифрлық технологиялар есептік процедураларды автоматтандырумен қатар, бизнестің экологиялық жауапкершілігін арттырады. Оларды қолдану шынайы ақпараттық базаны қалыптастырады, бұл тұрақты даму саласында стратегиялық шешімдер қабылдауға негіз болады.

Зерттеу барысында қарастырылған мәселенің бірі болып, «қосарланған өтпелі кезең» парадигмасы аясында цифрлық трансформациядан өтіп жатқан және шығарындыларды басқару үшін автоматтандырылған мониторинг, MES/ERP және AI-талдау құралдарын енгізіп жатқан ірі өнеркәсіптік компаниялардың (ERG, «Қазцинк», «Қазақмыс», Siemens, Unilever) экологиялық және өндірістік есеп жүйелері (Scope 1-3).

Зерттеуде қолданған әдістер: Жұмыс компаративті кейс-стади дизайнында орындалып, қазақстандық және халықаралық компаниялардың ESG-есептері мен ашық деректеріне контент-талдау жасалды. Сонымен қатар цифрлық жетілудің авторлық жіктеу әдісі (реактивті, интеграцияланған, проактивті) пайдаланылды.

Әдебиеттік шолу. Тұрақты даму, жасыл экономика мәселесі соңғы жылдары көптеген ғалымдардың назарында. Экологиялық есеп жүргізу және цифрлық даму мәселелерін қарастырылып экологиялық инвестицияларды тиімділігін талдануда [1]. Инновацияның, соның ішінде экологиялық инновацияның және қаржыландырудың орны ерекше айқындалуда [2]. Еуропалық одақ елдеріндегі ғылыми-зерттеу шығындары мен технологиялық инновациялардың жасыл даму көрсеткіштеріне әсерін анықтады [3]. Ғылыми жұмыстарында өнеркәсіп секторындағы зиянды қалдықтар, соның ішінде көміртегі шығындарын азайту шараларын талдады, зиянды қалдықтардың жіктемесін қарастырды [4]. Жасыл экономиканың тиімділігіне цифрлық инновацияның әсерін аймақтық деңгейде көрсете білді. Қазақстандағы жасыл саясаттың даму деңгейін зерттей келе, шет елдік тәжірибенің қорытындысын ұлттық экономикаға үйлестірудің маңызын қарастырды [5]. Бухгалтерлік есепті дамуына жасанды интеллект және цифландыру трансформациясының оң әсері қарастырылған, цифрлық трансформацияның әсерін де талдаған [6]. Заманауи технологиялар және жасанды интеллекті пайдалану соңында бухгалтерлік есеп пен аудитті шынайы ақпаратты жылдам уақытта беруіне ықпал етеді, ақпаратты өңдеу процесін жылдамдатады және де ақпараттың толықтығы мен нақтылығын қамтамасыздандырады [7].

Отандық ғалымдар да аталған тақырыптың өзектілігін атап отырып, өз үлестерін қосуда. Жасыл экономика көрсеткіштерін математикалық модельдеу арқылы бағалап, экологиялық мәселеге оң ықпалын дәлелдеді. [8] Сонымен қатар есептік- талдамалық жүйенің цифрландыруына жасанды интеллекттің қолдануы бойынша да мәселелер талқыланды [9].

Негізгі бөлім. Бүгінгі таңда есептік- талдамалық жүйенің цифрландырылуы ол- тек қана қағаз есептерді Excel-ге аудару емес, ол Индустрия 4.0 технология базасы негізінде біріңғай ақпараттық орта қалыптастыру:

- IoT (Интернет заттар): есеп жүйесіне ресурстар шығыны және қалдықтар туралы ақпаратты датчиктер турасынан жолдайды;

- Big Data және предиктивті талдама: эко- инновацияларды енгізу сатысынан инвестицияларды салуға дейінгі экономикалық тиімділікті моделдеу;

- Интеграцияларған ERP-жүйелер: қаржылық, басқарушылық және экологиялық есепті біріктіреді, сонысымен ESG-есепті автоматты түрде құрауға мүмкіндік береді.

Осындай есеп аясында деректердің толықтығы мен салыстырмалық мақсатында халықаралық қамту жіктеме қолданылады (Scopes):

- Scope 1 - көздерден тура қалдықтар, компаниямен бақыланушы (мысалы: зауыттағы жанармайды жағы);

- Scope 2 - жанама шығындар, сатып алынатын электроэнергия және жылудың өндірісімен байланысты;

- Scope 3 - құнды қалыптастырушы байланыс барысындағы басқада жанама шығындар (логистика, шикізат, тұтынушылармен тауарды пайдалану).

Цифрландыру есептік процесті тура факторлардан тауардың өмірлік циклының талдауына дейін апарды.

Цифрландыру - есепті фактілерді тіркеуші қызметінен басқарудағы белсенді құралға айналдырады, ол ресурстарды тиімсіз пайдаланудан қорғап инновациялық өзгерістерді негіздейді.

BloombergNEF және McKinsey зерттеулерінде цифрлық технологиялар мен экологиялық инновациялардың өзара байланысының күшеюі атап көрсетілген. ESG қағидаттарының кеңінен таралуы өнеркәсіптік кәсіпорындарда экологиялық көрсеткіштерді есепке алу мен мониторинг жүргізуге қойылатын талаптарды арттыруда. Осыған байланысты цифрлық шешімдерді енгізу экологиялық шығындардың ашықтығын қамтамасыз етуге, ресурстарды пайдалану тиімділігін арттыруға және басқарушылық шешімдердің сапасын жақсартуға мүмкіндік береді.

Зерттеу көптеген кейс-стадилерді талдау дизайнда жасалды. Кейстерді таңдау (ERG, «Қазцинк», «Казахмыс», Siemens, Unilever) келесі критерийлермен жасалды: салалық тиесілілік (жоғары экологиялық жүктемемен өнеркәсіптер), экологиялық есепте енгізілген цифрлық шешімдердің болуы (АМЖ (автоматтандырылған мониторинг жүйесі), MES, AI, цифрлық егіздер), 2014-2025 жылдар арасындағы есептердің қолжетімдігі, өз сегменттеріне репрезентативтігі.

Жұмыста кейстердің компаративті талдамасы қолданылды, қаржылық емес есептің контент-талдамасы (жылдық және ESG-есептер, Қоршаған орта мен табиғи ресурстардың жай күйі туралы ұлттық деректер банкі (ҚОТР және ҰДБ) деректері, BloombergNEF, McKinsey шолулары), сонымен қатар цифрлық даму деңгейінің жіктеу әдісі қолданылды (реактивті→интеграцияланған→проактивті).

Қазақстандық тәжірибе: мемлекеттік реттеуден цифрлық есепке дейін. Экономиканың жаһанды трансформациялану шарттарында Қазақстан Республикасы цифрлану бағытында тұрақты прогресс көрсетуде, жасыл экономиканың қалыптасуына алғышарттар жасайды. Статистикалық және талдамалық деректер көрсеткендей, мемлекетте цифрлық трансформация біркелкі дамымауда, дегенмен ұдайы потенциал бар. Цифрландыру деңгейімен Қазақстан халықаралық рейтинг бойынша 193 мемлекет ішінде 24-і орын алуда, 93 % халық мемлекеттік электрондық қызметтерге қол жеткізген, ал 90,8% халық осы қызметтерге мобильді құрылғылар арқылы қол жеткізуде [10]. Бұл фактілер мемлекеттік сектордың жоғары цифрлануын және цифрлық инфрақұрылымның қалыптасқанын дәлелі.

«Цифрлы Қазақстан» атты мемлекеттік бағдарлама аясында цифрлық экономика мен инфрақұрылымны дамытуға ауқымды көлемінде инвестиция салу қарастырылған. Нәтижесінде электрондық үкімет, IT- секторының дамуы және цифрлық қызметтің өсуі байқалуда.

Алайда, бизнестің цифрлық даму көрсеткіштері ұстамды нәтиже көрсетіп отыр. Цифрлық технологияларды қолданушы кәсіпорындар аз көлемде, жалпы алғанда 10%- ды ғана құрайды, бұл цифрлық экономиканың дамуында құрылымдық шектеулер бар екендігін көрсетеді [10]. Сонымен қатар, интернет арқылы операцияларды іске асыратын ұйымдар үлесі 8–10% ғана, бұл көрсеткіш дамыған мемлекеттерден әлде қайда төмен [10].

Сонымен қатар, зерттелген кезеңде оң үрдіс байқалады. Осылайша, компаниялардың 67% цифрлық құралдарды қолданады, ал цифрлық технологияларды енгізу нәтижесі пайданың 40% артуы [10]. Бұл цифрландырудың экономикалық тиімділігін және тұрақты дамудағы маңыздылығын көрсетеді.

Бизнесті бүгіндей қарағанда цифрландыру деңгейі төмен болғанмен, Қазақстанның ірі өнеркәсіптік компаниялары АМЖ (автоматтандырылған мониторинг жүйесі) және MES-жүйесін қолдануда сәтті кейстер көрсетуде, яғни оларды экологиялық цифрландудың драйвері ретінде көрсетуге болады.

Жасыл экономиканың қалыптасу барысында цифрландыру келесі бағыттарда маңызды роль атқарады:

- табиғи ресурстарды пайдалануды тиімді ету;
- автоматтандыру арқылы энергоқолдану деңгейін төмендету;
- экологиялық мониторинг жүйелерін дамыту;
- ESG-есептердің ашықтығын дамыту.

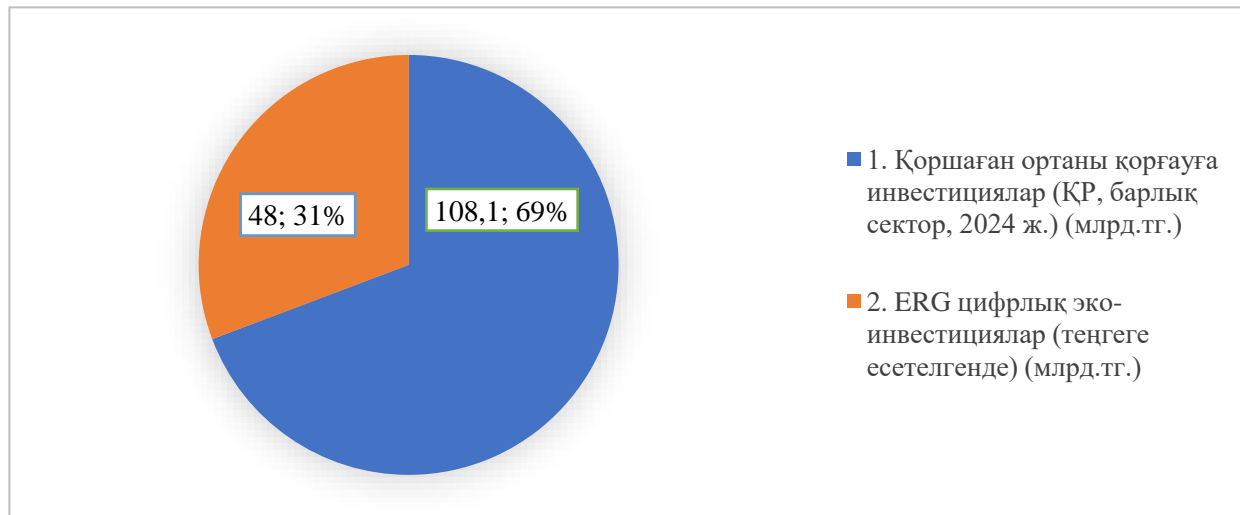
Экологиялық есептің цифрландыруға көшудегі Қазақстанның тәжірибесінің көрнекілігі ол, мемлекеттік реттеу деңгейінде бастамашылық алды. 2021 ж. ҚР Экологиялық кодексі ірі кәсіпорындарды АМЖ-ға көшуді міндеттеді, ал 2025 ж экологиялық есеп ҚОТР және ҰДБ бірінғай цифрлық платформа арқылы өткізіледі.

Жоғарыда айтып кеткен трендтердің іс-жүзінде іске асуын бағалау үшін ҚР өнеркәсіптік секторындағы ірі қатысушыларының тәжірибесін қарастырайық.

ERG - Қазақстанның ірі тау-кең- металлургиялық тобы, құрамына АҚ «Қазақстан Алюминийі» (Павлодар), КЭЗ, Дон кең-байту комбинаты, Ақтөбе және Ақсу ферроқорытпа зауыттары.

Компания цифрлық трансформациясын 2014 жылдан бастады, соңғы бес жылда цифрлық шешімдерге 100 млн.долл астам қаражатты инвестициялады [11].

Яғни «цифрлық экологияға» инвестициялық белсенділігі мемлекеттің қоршаған ортаны қорғаудағы дәстүрлі іс шараларға жұмсалған жылдық шығындарының 44,4 % сай екендігін көрсетеді (сурет 1) [11].



Сурет – 1. ERG 2024 ж. цифрландыруға жұмсаған инвестициялардың үлесі

**[11] дереккөзі негізінде авторлармен құрастырылған*

Экологияға жұмсалған инвестициялар көлемі жүздеген миллиард теңгеге жетеді (ЖЭО фильтрі- 4 млрд.теңгеден астам) [11]. Тазарту тиімділігі ҚР Экологиялық кодексі бекіткен талаптардан асатын еуропалық нормативтерге жетті. ERG компаниясының экологиялық цифрлық трансформациясының негізгі бағыттары 1- кестеде көрсетілген.

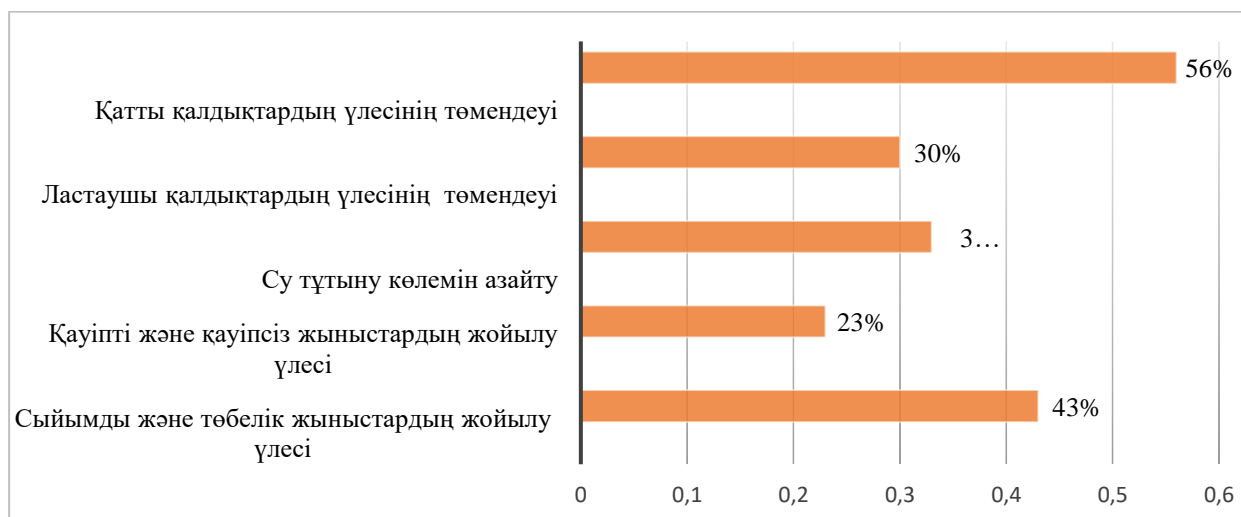
Кесте – 1

ERG Негізгі цифрлық шешімдері

Шешімдер	Есеп жүргізу мен экологияға арналған функционал
MES ERG (Manufacturing Execution System)	Өндірістік және бизнес-процестерді біріктіреді, шығындар мен тоқтауларды бақылайды, нақты уақытта технологиялық параметрлерді көрсетеді
Автоматты мониторинг жүйесі (АМЖ)	Барлық түтін мұржаларына орнатылған- қалдықтар туралы ақпарат Ұлттық деректер банкіне онлайн түседі.
Гибридті ильтрлер (Италия, Redecam)	Еуропалық нормаларға дейінгі тиімділікпен жұмыс жасайтын шаң, газ тазарту жүйесін жаңғырту
2030 жылға дейінгі экологиялық стратегия	Барлық фильтрлардың сатылы түрде жаңғыртылуы

**[11] дереккөзі негізінде авторлармен құрастырылған*

Цифрландырудың басты көрсеткіші: ERG өндірістік көрсеткіштерінің 80 % нақты уақыт тәртібінде жиналады. 2023-2025 жылдар арасында қалдықтардың 57 көзіне, 3 төгінді көзіне АМЖ орнатылды. Бақыланатын параметрлер: SO₂, NO, NO₂, CO, шаң, H₂S, HF. Цифрландыру жетістіктерін 2 суреттен көруге болады [11].



Сурет – 2. **ERG экологиялық көрсеткіштеріне есептік процестерді цифрландырудың әсері**
 *[11] дереккөзі негізінде авторлармен құрастырылған

ERG- IT- компаниясы - Business & Technology Services (BTS) барлық топқа арналған цифрлық құралдар әзірлейді.

Цифрлық трансформацияның экологиялық нәтижелері төмендегідей:

- апаттар санының азаюы штаттан тыс қалдықтардың алдын алу;
- AI арқылы процестерді жақсарту- ресурстар шығынын азайту және энерготімділікті жоғарылату;
- есепті автоматтандыру- ESG есептілікке арналған нақты деректер.

«Қазцинк» (Glencore тобы): қалдықтарды төмендету драйвері ретінде АМЖ. «Қазцинк»- Қазақстанның түрлі түсті металлургиясының көшбасшысының бірі. Кәсіпорын Шығыс Қазақстан, Қарағанды, Ұлытау облыстарында орналасқан.

Жайрем «Қазцинк» ГОК АМЖ-ны қазандыққа орнатқан алғашқы кәсіпорын болды:

- жүйе ағымдық уақытта 4 түрлі қалдықты есепке алады: күкірт диоксиді, азот оксиді, шаң, көміртек оксиді;
- деректер компанияның орталық серверіне және Ұлттық деректер банкіне түседі;
- бекітілген ақпарат беру жүйесінің арқасында ауытқуларға оперативті реакция беру мүмкіндігі.

«Қазцинк» Қазақстандағы ірі өнеркәсіп саласының алыбы ретінде экологиялық қызмет жүргізгенін көріп отырмыз, осы қызметтің қорытындысын онды екендігін 2- кестеден байқауға болады.

Кесте – 2

«Қазцинк» компаниясының экологиялық қызметінің қорытындысы

Көрсеткіш	Жетістік
2023 жылдан қалдықтардың азаюы	4 еседен артық
Жаңа технологияларға инвестициялар	108 млрд тенге (күкір диоксидінің жоюын қосқанда)
АМЖ қызметінің тиімділігі	2 ай жұмысы барысында- бір де бір нормативтен артық қалдықтар тасталмады

*[12] дереккөзі негізінде авторлармен құрастырылған

АМЖ орнатуы жанармайды жағу процесін онтайландырып жылу энергиясын өндіру барысында ресурстарды үнемді пайдалануға мүмкіндік береді. Бұрын: кварталда бір рет өлшеу, қол еңбегі, адами фактор. Қазір: ағымдағы уақыттағы онлайн- деректер, мемлекеттік органдарға автоматты ақпарат жолдау, оперативті басқару.

«Қазақмыс» - Қазақстанда ірі мыс өндіруші, экологиялық инновацияларды белсенді қолданушы. Эко-инновацияларды қолдану жағымды қорытындығы әкеліп отыр 3- сурет.



Сурет – 3. 2024 ж. «Қазақмыс» компаниясына эко-инновацияларды енгізудегі жетістіктер
 *[13] дереккөзі негізінде авторлармен құрастырылған

Қазақстандық компаниялардың мысалдары көрсеткендей, АМЖ енгізу мен ҚОТР және ҰДБ біріңғай цифрлық платформасы деректерді интеграциялау маңызды мәселені шешуге мүмкіндік береді- мерзімді өлшеулерден ағымдық уақытта шығындарды басқаруға ауысу. Дегенмен «ақпараттық алшақтықтар» әлемдік өнеркәсіптік алыптарға да тән. Айырмашылығы- жаһандық деңгейде бұл мәселе күрделі технологиялық құралдармен шешіледі: «жасыл цифрлық егіздер» (Siemens), AI-чат-боттар жеткізу тізбектерін басқару (Unilever).

Unilever: ESG- деректерге AI-чат-бот. Unilever - мыңдаған жабдықтаушылар туралы деректер массивтерін басқаруды автоматтандыру арқылы, «ақпараттық алшақтық» мәселесін шешудің мысалы.

- Шешімі: арнайы Microsoft Copilot Studio негізінде AI-чат-бот.

- Қызметі: ішкі құжаттар және тұрақты даму туралы ресми есептер негізінде бот ақпарат алады, Score 3 бойынша сұраныстарға жауап береді, әр жауапта бастапқы құжатқа сілтеме болады.

- Қорытындылар: күрделі деректерді алу уақыты апталардан бірнеше секундтарға қысқарды. ESG есептің тетіктелген деректеріне қол жетімдігі, Unilever командасына тұрақты даму басты критерий болатын тендерлерді жеңуге көмектеседі

Siemens: «Жасыл цифрлық егіз». Siemens өзінің жеке бағдарламалық құралды әзірлеп, енгізді - «Жасыл цифрлық егіз» (Green Digital Twin):

- Техникалық тетіктер: 30-дан астам категорияларға әсерін бағалайды (климаттың өзгеруі, топырақтың қышқылдануы, су мен ресурстарды пайдалану), ISO 14040/14044/14025 стандарттарына сай келеді, әдістеме сертифицирталған TÜV Rheinland.

- Қорытындылар: құралды 1200 астам Siemens инженерлері қолданады Siemens. Ішкі тәжірибенің жағымды болуы соншалықты, аталған шешімді компания сыртқы тұтынушыларға да ұсына бастады [14]. 3-ші кестеде жоғарыда ұсынылған моделдердің салыстырмалы талдауын көруге болады.

Кесте – 3

Қазақстандық және халықаралық моделдердің салыстырмалы талдамасы

Салыстыру параметрлері	Қазақстандық компаниялар (ERG, Қазцинк)	Халықаралық компаниялар (Siemens, Unilever)
Негізгі драйвер	Мемлекеттік реттеу (Экологиялық кодекс, АМЖ)	Бәсекелестік артықшылықтары + қатаң ESG-реттеу

Есепті цифрландыру деңгейі	Деректерді бастапқы жинақтау және есептің автоматтандырылуы	Озық цифрлық шешімдер (AI, Big Data, digital twins)
Есеп объектісі	Тура шығарылымдар (Score1)	Толық көміртекті із (Score 1,2,3)
Интеграция	Шектелген (реттеуге есептер)	Құн құрау тізбегіне толық интеграция
Экономикалық тиімділік	Локалды үнемдеу (тоқтаулардың азайюы, жанармайды оңтайландыру), бизнес- жобаға толық интеграциясыз	Шығындардың 10–20%-ға төмендеуі, тиімділіктің артуы 15% [14].
Стратегиялық мақсат	Талаптарға сай келу	Тұрақты даму және бәсекеге қабілеттіліктің артуы

**авторлармен құрастырылған*

Қазақстанның ірі өнеркәсіптік топтарының қызметіне (ERG, «Қазцинк») және халықаралық көшбасшылардың қызметіне (Siemens, Unilever) жасалған талдау жұмысы сапалы түрде экологиялық есепті цифрландыруға көзқарастың ерекшеліктерін байқатады.

1. Ағымдық сатыда қазақстандық ұстаным реактивті сипатта (ағымдағы шығарындыларды басқару), ал жаһандық көшбасшылар проактивті моделге бет бұруда (экологиялық жобалау).

2. Қазақстандық кәсіпорындар Score 1-ге негізделеді, ҚР Экологиялық кодексінде жазылғанмен. Халықаралық компаниялар Score 3 құралдарын енгізуде.

3. ERG-да цифрлық трансформация, экологиялық және өндірістік параметрлерді біріктіретін MES арқылы іске асырылады. Unilever-де мәселе AI-чат-бот арқылы шешіледі, ESG-сұраныстарынның өңделу мерзімі аптадан бірнеше секундтарға қысқартылады.

4 – кестеде көрсетілгендей компаниялардың салыстырмалы талдауы цифрлық эко-трансформацияның үш деңгейлерін айқындады.

Кесте – 4

Экологиялық есептің цифрландыру деңгейлерінің жіктемесі

Деңгейлер	Сипаттама	Мысал
Деңгей 1 (реактивті)	Шығарылымдардың автоматты мониторингі, реттеуші алдындағы есеп	ERG, «Қазцинк» (АМЖ)
Деңгей 2 (интеграцияланған)	Өндірістік (MES) және экологиялық деректерді біріктіру, базалық ESG- есеп	ERG (MES + АМЖ)
Деңгей 3 (проактивті)	Цифрлық егіздер, LCA, өнімнің өмірлік циклына арналған AI-предиктивті талдама	Siemens, Unilever

**Зерттеу мәліметтері негізінде авторлармен құрастырылған*

Қазақстандық компаниялар көбінесе 1 және 2 деңгейлерде орналасқан. Халықаралық көшбасшылар 3 деңгейде жұмыс жасауда.

Кейстердің деректерін жалпылай келе келесі тұжырымға келе аламыз: есептік- талдамалық процестердің цифрлық трансформациясы эко-инновацияларды енгізудегі драйвер болып табылады, бұл тұжырым қазақстандық және халықаралық көшбасшылардың материалдарында эмпирикалық дәлелін тапты. Сонымен қатар, цифрлануға дейінгі және кейінгі көрсеткіштерге салыстыруды 5-кестеден көруге болады.

Кесте – 5

Цифрлануға дейінгі және кейінгі көрсеткіштерге салыстырмалы талдау

Көрсеткіш	Цифрлануға дейін	Цифрланудан кейін
Экологиялық мониторингтің жиілігі	кварталда 1 рет	24/7 (онлайн)
ESG- сұранысын өңдеу уақыты (Unilever)	Апталар	Секундтар
Мемлекеттік органдарға деректерді жіберу	Қол еңбегі	Автоматты
Штаттан тыс шығарылымдар	Болды	2 ай ішінде- 0
Ағымдық уақыттағы деректер үлесі (ERG)	Мәлімет жоқ	80%
Құрылғылардың тоқтауы (ERG)	база	-75% (предиктивті талдама)

**Зерттеу негізінде авторлармен құрастырылған*

Осылайша, жүргізілген кейс-стади дәлелі бойынша, жасыл экономика қағидаттарының сапалы іске асуына, экологиялық есептің цифрлануы тура әсер етеді. Халықаралық компаниялар цифрлық технологиялардың интеграциясына кешенді көзқарастары арқылы даму деңгейлері қазақстандық компаниялардан әлде қайда жоғары, ал соңғылары осы моделге көшуде.

Ұсынылған үш деңгейлі моделдің қолдану алгоритмі және бағалау критерийлері. Ұсынылған үш деңгейлі модель (реактивті, интеграцияланған және проактивті) экологиялық есеп жүйесінің цифрландыру деңгейіне баға беруге және сатылы түрде дамуын бағалауға арналған. Модельдің тәжірибеде қолданылуы төмендегі алгоритіммен іске асырылады:

Бірінші кезең– ағымдық деңгейді анықтау. Кәсіпорынның экологиялық-есептік жүйесі негізгі төрт критериймен бағаланады: деректерді жинақтау жиілігі (қолмен, квартал сайын, күн сайынғы немесе ағымдық), есепке алынатын шығарындылар ауқымы (Score 1, Score 1–2 или Score 1–3), ақпараттық жүйелердің интеграциялану деңгейі (оқшауланған, ERP мен интеграцияланған немесе күн тізбегі барысындағы барлық сатылар бойынша интеграциялану), болжамдық талдаудың болуы (мүлдем болмауы, толық емес немесе жасанды интеллект негізінде). Аталған критерийлер бойынша жиынтықты баға беру, кәсіпорынның қай деңгейде тұрғанын анықтайды.

Екінші кезең- дамудың жол картасын әзірлеу. Ағымдық жағдайды бағалағаннан кейін келесі кезеңге көшуге қажетті нақты іс-шаралар анықталады. Реактивті деңгейден интеграцияланған деңгейге көшу үшін экологиялық және өндірістік көрсеткіштерді ортақ MES/ERP платформасына жинақтау, ESG-есепті автоматтандыру және жанама шығарындылардың есебін Score 2 бойынша ұйымдастыру қажет. Интеграцияланған деңгейден проактивті деңгейге өту барысында өмірлік цикл бағалау құралдарын енгізу қажет (LCA), цифрлық егіздер технологиясын қолдану, жасанды интеллект негізінде болжамдық талдау енгізу, сонымен қатар Score 3-ке сәйкес ету.

Үшінші кезең- мониторинг және бағалау. Қойылған мақсаттардың орындалу деңгейі жыл сайын тексеріледі және индикаторлы көрсеткіштермен бағаланады. Мониторинг қортындысы бойынша жол картасына түзетулер енгізіледі, стратегиялық мақсаттар анықталады. Аталған жұмыс кәсіпорынның экологиялық есеп жүйесінің үздіксіз дамуын қамтасыз етеді.

Ұсынылған моделдің басты басымдылығы- оның икемділігі. Әр кәсіпорын өзінің салалық ерекшелігіне, ресурстарына және стратегиялық мақсаттарына сәйкес даму темптерін жеке анықтай алады. Осы ерекшелікпен цифрлық трансформацияны сатылы түрде, экономикалық тиімділігін жоғарлата отырып енгізуге мүмкіндік береді.

Модельдің тәжірибелік қолдануы ERG, «Казцинк» және Siemens мысалдарымен көрсетілді. ERG, MES жүйесін енгізе отырып реактивті деңгейден интеграцияланған деңгейге көссе, Siemens қазіргі уақытта проактивті деңгейде цифрлық егіздер мен AI-талдамасын қолдана отырып жұмыс жасауда. Қазақстандық кәсіпорындардың интергацияланған деңгейден проактивті деңгейге көшуі үшін жоғарыда ұсынылған шарттарды сатылы түрде орындау қажет.

Қорытынды. Есептік-талдамалық процестердің цифрлануы- қосалқы құрал емес, өнеркәсіпке эко-инновацияларды енгізудегі басты талаптың бірі. Қазақстандық және шетелдік компанияларының салыстырмалы талдауы эко-трансформацияның үш деңгейін бөліп шығаруға мүмкіндік берді: реактивті, интегралды, проактивті. Қазақстандық компанияларға проактивті деңгейге өту үшін есеп объектісін кеңейтуге, басқарушылық жүйелермен мониторинг жүйесін интеграцияландыруға және өнімнің өмірлік циклының бағасын енгізуге ұсынылды.

Зерттеу нәтижелері есептік-талдамалық процестерді цифрлық трансформациялау тек автоматтандыру құралы ғана емес, экологиялық басқару тиімділігін арттыратын маңызды фактор екенін дәлелдейді. IoT, Big Data, ERP-жүйе технологияларын және проедиктивті талдау әдісін пайдалану, ол- экологиялық шығындарды бағалауға қажетті шынайы ақпараттар базасын құрауды қамтамасызетеді, шығарындылар көлемін бақылайды және дұрыс басқарушылық шешім қабылдауға мүмкіндік береді. Кейстердің талдауы көрсеткендей, экологиялық есепке цифрлық шешімдерді интеграцияланған кәсіпорындар ESG-есебінің тұнықтылығына, операциялық тәуекелділіктердің төмендеуіне және инвестициялық тартымдылыққа қол жеткізеді. Ұлттық және халықаралық деңгейлерде, тұрақты дамуға деген талаптардың қатаңдауына баланысты цифрлық құралдардың ары қарай дамуы өнеркәсіптік кәсіпорындардың бәсекеге қабілеттілігінің артуының басты шарты болып табылады.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Söderholm P. The green economy transition: The challenges of technological change for sustainability // *Sustainable Earth*. – 2020. – №3(6). – P. 39–49. – DOI: 10.1186/s42055-020-00029-y
2. Kwilinski A. Innovations and green growth in the European Union: The role of research and development expenditures // *Journal of Cleaner Production*. – 2025. – №492(14). – P. 43–46. – DOI: 10.1016/j.jclepro.2025.140885
3. Zhakiyev N. Financial and policy challenges of Kazakhstan's energy transition//*Energy Policy*. – 2025. – №192. – №4. – P. 210–218. – DOI: 10.1016/j.enpol.2025.113456
4. Ying S., Wu Y., Zhang X. Digital economy, spatial spillover and industrial green innovation efficiency: Empirical evidence from China // *Frontiers in Environmental Science*. – 2023. – №11(12). – DOI: 10.3389/fenvs.2023.1276913
5. Abazov R. Kazakhstan: Challenges and strategies towards green transformation. – United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD). – 2025. – №21. – URL: https://unctad.org/system/files/information-document/unda2030d21-kazakhstan-green-transformation_en.pdf
6. Leliuk S., Stehnei M., Tkachenko S., Neimet V. Devising a procedure for organizing support to financial decision-making using digital technologies based on Business Intelligence // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. – 2025. – №5(13). – P. 39–49. – DOI: 10.15587/1729-4061.2025.340561
7. Жоламанова Б.К. Роль бухгалтерского учета в современной деловой среде / Б. К. Жоламанова // *Вестник науки и образования*. – 2020. – №24(102). – С. 43–46. – DOI: 10.24411/2312-8089-2020-12401
8. Нахушева З.А., Лесев В.Н., Ашинова И.В. Математическое моделирование процессов развития зеленой экономики // *Известия Кабардино Балкарского научного центра РАН*. – 2021. – №6(104). – С. 222–228 – DOI: 10.35330/1991-6639-2021-6-104-222-228
9. Нурпеисова Н.С., Калиева Е.В., Сарсембаева М.Ж., Елубаева Ж.М. Цифровизация учетно-аналитического обеспечения с применением искусственного интеллекта // *Вестник Казахского университета экономики, финансов и международной торговли*. – 2026. – №1(62). – С. 89–96. – DOI: 10.52260/2304-7216.2026.1(62).9
10. Қазақстан Республикасы Стратегиялық жоспарлау және реформалар агенттігінің Ұлттық статистика бюросы. – URL: <https://stat.gov.kz> (жүгінген күні: 01.04.2026)
11. Eurasian Resources Group S.àr.l. 2024 жылғы Орнықты дамуға шолу. – URL:[https://www.erg.kz/files/redesign/report_cards/885441786696dfd934fa645.98961828/file/SD%20review%202024_final%20\(KZ\).pdf](https://www.erg.kz/files/redesign/report_cards/885441786696dfd934fa645.98961828/file/SD%20review%202024_final%20(KZ).pdf) (жүгінген күні 01.04.2026)
12. Қазақстан кен-металлургия компаниясы ресми сайты. – URL: <https://www.kazzinc.com/kaz/kompaniya-i-obshchestvo> (жүгінген күні 01.04.2026)
13. «Kazakhmys Copper» (Қазақмыс Коппер) АҚ-ның 2024 жылға арналған жылдық есебі. – URL: <https://www.kazakhmys.kz/esg/godovye-otcety> (жүгінген күні 01.04.2026)
14. Siemens Impact 2025, Scaling sustainability impact. – URL: <https://assets.ctfassets.net/17si5cpawjzf/1yDtHJ6i5AHdCLGDmnuDeS/dfb63459695840fd0954d4aab356747b/siemens-sustainability-impact.pdf> (жүгінген күні 01.04.2026)

REFERENCES

1. Söderholm P. The green economy transition: The challenges of technological change for sustainability // *Sustainable Earth*. – 2020. – №3(6). – P. 39–49. – DOI: 10.1186/s42055-020-00029-y
2. Kwilinski A. Innovations and green growth in the European Union: The role of research and development expenditures // *Journal of Cleaner Production*. – 2025. – №492(14). – P. 43–46. – DOI: 10.1016/j.jclepro.2025.140885
3. Zhakiyev N. Financial and policy challenges of Kazakhstan's energy transition//*Energy Policy*. – 2025. – №192. – №4. – P. 210–218. – DOI: 10.1016/j.enpol.2025.113456
4. Ying S., Wu Y., Zhang X. Digital economy, spatial spillover and industrial green innovation efficiency: Empirical evidence from China // *Frontiers in Environmental Science*. – 2023. – №11(12). – DOI: 10.3389/fenvs.2023.1276913

5. Abazov R. Kazakhstan: Challenges and strategies towards green transformation. – United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD). – 2025. – №21. – URL: https://unctad.org/system/files/information-document/unda2030d21-kazakhstan-green-transformation_en.pdf
6. Leliuk S., Stehnei M., Tkachenko S., Neimet V. Devising a procedure for organizing support to financial decision-making using digital technologies based on Business Intelligence // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2025. – №5(13). – P. 39–49. – DOI: 10.15587/1729-4061.2025.340561
7. Zholamanova B. Rol' buhgalterskogo ucheta v sovremennoj delovoj srede [Zholamanova B. The role of accounting in the modern business environment] // Vestnik nauki i obrazovaniya. – 2020. – №24(102). – S. 43–46. – DOI: 10.24411/2312-8089-2020-12401. [In Russian]
8. Nakhushcheva Z., Lesev V., Ashinova I. Matematicheskoe modelirovanie protsessov razvitiya zelenoy ekonomiki [Mathematical modeling of the development processes of the green economy]. Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo tsentra RAN. – 2021. – №6(104). – S. 222–228. – DOI: 10.35330/1991-6639-2021-6-104-222-228 [In Russian]
9. Nurpeisova N., Kalieva E., Sarsembaeva M., Elubaeva Zh. Cifrovizaciya uchetho-analiticheskogo obespecheniya s primeneniem iskusstvennogo intellekta [Digitalization of accounting and analytical support using artificial intelligence] // Vestnik Kazahskogo universiteta jekonomiki, finansov i mezhdunarodnoj trgovli. – 2026. – №1(62). – P. 89–96. – DOI: 10.52260/2304-7216.2026.1(62).9 [In Russian]
10. Bureau of National Statistics of the Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan. – URL: <https://stat.gov.kz> (accessed: 01.04.2026) [in Kazakh]
11. Eurasian Resources Group S.àr.l. 2024 zhylygy Ornyqty damuğa sholu [ERG Sustainable Development Review 2024]. – URL: [https://www.erg.kz/files/redesign/report_cards/885441786696dfd934fa645.98961828/file/SD%20review%202024_final%20\(KZ\).pdf](https://www.erg.kz/files/redesign/report_cards/885441786696dfd934fa645.98961828/file/SD%20review%202024_final%20(KZ).pdf) (accessed: 01.04.2026) [In Kazakh]
12. Qazaqstan ken-metallurgiya kompaniyasy resmi saity [Official website of a Kazakhstan mining and metallurgical company]. – URL: <https://www.kazzinc.com/kaz/kompaniya-i-obshchestvo> (accessed: 01.04.2026) [In Kazakh]
13. «Kazakhmys Copper» (Qazaqmys Kopper) AQ-nyn 2024 zhylyğa arnalğan zhyldyq esebi [Annual Report of «Kazakhmys Copper» JSC for 2024]. – URL: <https://www.kazakhmys.kz/esg/godovye-otcety> (accessed: 01.04.2026) [In Kazakh]
14. Siemens Impact 2025, Scaling sustainability impact. – URL: <https://assets.ctfassets.net/17si5cpawjzf/1yDtHJ6i5AHdCLGDmnuDeS/dfb63459695840fd0954d4aab356747b/siemens-sustainability-impact.pdf> (accessed: 01.04.2026)

Узбаканова Ш.Б., Кажмухаметова А.А., Толысбаева М.Б., Айтхожина Л.Ж.

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ УЧЕТНО-АНАЛИТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ КАК ДРАЙВЕР ВНЕДРЕНИЯ ЭКО-ИННОВАЦИЙ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Аннотация

В статье рассматривается роль трансформации учетно-аналитических процессов как ключевого драйвера внедрения эко-инноваций на промышленных предприятиях в условиях «двойного перехода» (Twin Transition) - одновременной цифровизации и экологизации экономики. Обоснована необходимость внедрения в систему учета современных цифровых технологий (IoT, Big Data, ERP-системы, предиктивная аналитика) с целью обеспечения прозрачности экологических затрат и устранения информационных разрывов.

Для определения подходов к экологическому учету и уровней цифрового развития проведен сравнительный анализ кейсов казахстанских (ERG, «Казцинк», «Казакмыс») и международных (Siemens, Unilever) компаний. Установлено, что цифровизация позволяет перейти от реактивного контроля выбросов к проактивному управлению жизненным циклом продукта и повышает эффективность экологических инвестиций. Предложена трехуровневая модель цифровой эко-трансформации (реактивный, интегрированный, проактивный уровни). Разработаны практические рекомендации по расширению охвата учета на казахстанских промышленных предприятиях (Score 1-3), а также интеграции цифровых систем и инструментов оценки жизненного цикла (LCA).

Результаты исследования могут быть использованы при формировании стратегий устойчивого развития и в процессах цифровизации на уровне предприятий и отраслей. Практическая значимость заключается в

возможности повышения инвестиционной привлекательности и конкурентоспособности компаний на основе внедрения интегрированных цифровых и экологических решений.

Uzbekanova Sh., Kazhmukhametova A., Tolysbayeva M., Aithozhina L.

DIGITAL TRANSFORMATION OF ACCOUNTING AND ANALYTICAL PROCESSES AS A DRIVER FOR IMPLEMENTING ECO-INNOVATIONS IN INDUSTRIAL ENTERPRISES

Annotation

The article examines the role of accounting and analytical process transformation as a key driver for implementing eco-innovations in industrial enterprises under the "Twin Transition" - the simultaneous digitalization and greening of the economy. The necessity of integrating modern digital technologies (IoT, Big Data, ERP systems, predictive analytics) into the accounting system is substantiated to ensure transparency of environmental costs and eliminate information gaps.

A comparative analysis of cases from Kazakhstani (ERG, Kazzinc, Kazakhmys) and international (Siemens, Unilever) companies was conducted to identify environmental accounting approaches and digital maturity levels. It was established that digitalization enables a shift from reactive emission monitoring to proactive product life cycle management and enhances the efficiency of environmental investments. A three-level model of digital eco-transformation is proposed (reactive, integrated, and proactive levels). Practical recommendations are developed for expanding the scope of accounting in Kazakhstani industrial enterprises (Scope 1-3) and integrating digital systems with Life Cycle Assessment (LCA) tools.

The research findings can be applied in developing sustainable development strategies and digitalization processes at both corporate and industrial levels. The practical significance lies in the potential to increase the investment attractiveness and competitiveness of companies through the implementation of integrated digital and environmental solutions.

