

ИНФОРМАТИКА COMPUTER SCIENCE

МРНТИ 28.23.29
УДК 004.33(035)

<https://doi.org/10.51889/2021-3.1728-7901.08>

Б.Б. Ахметов¹, В.А. Лахно², Б.Е. Ягалиева^{1*}, Г.С. Жилкишбаева¹

¹Есенов университеті, Ақтау қ., Қазақстан

²Украина биоресурсстар және табиғатты пайдалану Ұлттық университеті, Киев қ., Украина

*e-mail: bagdat.yagaliyeva@yu.edu.kz

КӨПФАКТОРЛЫҒЫ ЕСКЕРІЛЕТІН КИБЕРҚАУІПСІЗДІККЕ ИНВЕСТИЦИЯЛАУ ПРОЦЕСІН БАСҚАРУҒА АРНАЛҒАН ШЕШІМДЕРДІ ҚАБЫЛДАУДЫ ҚОЛДАУ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ МОДЕЛІН ӘЗІРЛЕУ

Аңдатпа

Берілген процесстің көпфакторлы сипатын ескере отырып, ұлттық ауқымдағы ақпараттандыру объектілерінің киберқауіпсіздігіне инвестициялау мысалында инвестициялық процесті басқарудың моделі ұсынылған. Бұл модельдің бұрын жасалған модельдерден айырмашылығы, біріншіден, ол инвестициялық процесті күрделі құрылым ретінде қарастырады, ол үшін оны бір факторлы категория ретінде модельдеу жеткіліксіз. Екіншіден, біздің модель бірнеше терминалды беттері бар қоссызқты көп қадамды сапалы ойынның шешіміне негізделген. Шешім көп өлшемді кеңістіктегі объектілердің өзара әрекеттесуін сипаттайтын қоссызқты көп қадамды ойындардың жаңа класы схемасы шеңберінде алынады. Инвестициялық процесті осындай жағдайда қарастыру ақпараттық технологияларға инвестициялау барысында ойыншылардың ұтымды стратегияларын іздеу процесін жеткілікті сипаттауға мүмкіндік береді. Зерттеу модельдің бағдарламалық кодын MatLab имитациялық модельдеу ортасында жүзеге асыруға мүмкіндік берді.

Түйін сөздер: оңтайлы инвестициялық стратегиялар, шешімді қолдау, көп қадамды ойын, бағдарламалық өнім.

Аннотация

Б.Б. Ахметов¹, В.А. Лахно², Б.Е. Ягалиева¹, Г.С. Жилкишбаева¹

¹Университет Есенова, г.Ақтау, Казахстан

²Национального университета биоресурсов и природопользования, г.Киев, Украина

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ДЛЯ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ ПРОЦЕССОМ ИНВЕСТИРОВАНИЯ В КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ С УЧЕТОМ МНОГОФАКТОРНОСТИ

Предложена модель управления инвестиционным процессом, на примере инвестирования в кибербезопасность объектов информатизации национального масштаба с учетом многофакторности данного процесса. Отличие данной модели от ранее разработанных заключается в том, что, во-первых, она рассматривает инвестиционный процесс как сложную структуру, для которой недостаточно ее моделирования как однофакторной категории. Во-вторых, наша модель основана на решении билинейной многошаговой игры качества с несколькими терминальными поверхностями. Решение получено в рамках схемы нового класса билинейных многошаговых игр, описывающих взаимодействие объектов в многомерном пространстве. Рассмотрение инвестиционного процесса в такой постановке дает возможность адекватно описать процесс поиска рациональных стратегий игроков в ходе инвестирования в информационные технологии. Проведенное исследование позволило реализовать программный код модели в среде имитационного моделирования MatLab.

Ключевые слова: оптимальные стратегии инвестирования, поддержка решений, многошаговая игра, программный продукт.

Abstract

DEVELOPMENT OF A MODEL FOR DECISION SUPPORT SYSTEMS FOR MANAGING THE PROCESS OF INVESTING IN CYBERSECURITY TAKING INTO ACCOUNT MULTIFACTORIALITY

Akhmetov B.B.¹, Lakhno V.A.², Yagaliyeva B.E.¹, Zhilkishbayeva G.S.¹

¹Yessenov University, Aktau, Kazakhstan

²National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kiev, Ukraine

A model for managing the investment process is proposed, based on the example of investing in cybersecurity of national scale informatization objects, taking into account the multifactorial nature of this process. The difference between this model and those previously developed is that, firstly, it considers the investment process as a complex

structure, for which it is not enough to model it as a one-factor category. Second, our model is based on the solution of a bilinear multi-step quality game with several terminal surfaces. The solution is obtained within the framework of the scheme of a new class of bilinear multistage games describing the interaction of objects in a multidimensional space. Consideration of the investment process in such a setting makes it possible to adequately describe the process of searching for rational strategies of players in the course of investing in information technologies. The study made it possible to implement the program code of the model in the MatLab simulation environment.

Keywords: optimal investment strategies, decision support, multi-step game, software product.

Кіріспе

Қазіргі кезде ақпараттық технологиялар (АТ) кез-келген елдің экономикасын әлемдегі жетекші орынға шығару тұрғысынан алдыңғы қатарға шығады деген тұжырым дәлелдеуді қажет етпейді. Бұл фактіні түсіну АТ әр түрлі салаларына, мысалы, бұлтты есептеу, киберқауіпсіздік (КрҚ), Data Mining, Big Data-ға үнемі өсіп келе жатқан инвестициялар проблемасын тудырады. Бұл жағдайды елемей [1, 2] басқа елдерден едәуір экономикалық артта қалуға әкелуі мүмкін. Сонымен бірге АТ (атап айтқанда, КрҚ) дамыту жолында инвестициялық процесті басқару стратегиясының болмауынан тәуекелдер туындауы мүмкін екенін ескеру қажет. Бұл ұлттық ауқымдағы ақпараттандыру объектілерінің (бұдан әрі – ҰААО) КрҚ инвестициялар саласына арналған модельдер мен олардың негізінде бағдарламалық өнімдерді [3, 4] әзірлеуді өзекті етеді.

Инвестициялық стратегияларды анықтау мәселелерін шешу кезінде қиындықтар өңделген модельдер мен тәсілдердің күрделілігіне, сондай-ақ тәуекелдерді бағалау кезінде нақты мәндерді анықтауға арналған құралдардың болмауына байланысты туындайды.

Модельдердің күрделілігі алгоритмдердің дамуы мен шешімдерді қабылдауды қолдау жүйелері (ШҚҚЖ) [4, 5] сияқты бағдарламалық өнімдерге енгізілуін едәуір қиындататынын көреміз.

Инвестициялық мәселелерде [4, 6] ШҚҚЖ жасау кезінде қолданылатын бағдарламалық өнімдер ҰААО үшін КрҚ қамтамасыз ететін ұтымды ұсыныстар мен инвестициялық стратегияларды анықтауға мүмкіндік бермейтінін ескеріңіз.

Біздің ойымызша, ШҚҚЖ бірнеше терминалды беткейлері бар көп сатылы ойындар теориясын қолдануға негізделген модельдерді қолдану арқылы бұл кемшілікті жоюға көмектесуге болады [7].

Ақпараттық технологияларға инвестициялау мәселелерінде ШҚҚЖ үшін, атап айтқанда ойын теориясы негізінде модельдерді одан әрі дамыту проблемасы өзекті болып қала береді.

Осы саладағы [7-15] зерттеулерге талдау көрсеткендей, осы жұмыстарда келтірілген модельдер мен алгоритмдердің көпшілігінде ҰААО КрҚ қатысты жобалардағы инвесторларға нақты ұсыныстар жоқ. Бұл әсіресе осындай жобаларға өзара қаржылық инвестициялаудың ұтымды стратегияларын іздеу аспектілеріне қатысты. Бұл жағдай қолданыстағы ШҚҚЖ ескерілмейді.

Бұл жағдай ақылға қонымды инвестициялық стратегияларды іздеу кезінде шешімдерді қолдау процедураларын қолдай алатын жаңа модельдер мен бағдарламалық өнімдерді әзірлеу бойынша зерттеулерді дәлелдеуге мүмкіндік береді. Атап айтқанда, бұл проблема ҰААО КрҚ саласында, мысалы, нақты инвесторлық стратегияның орындылығы үшін болжамдық бағалауды алу аясында шешілмеген күйінде қалып отыр.

Зерттеу мақсаты

Мақаланың мақсаты – бұл процесстің көпфакторлық сипатын ескере отырып, ҰААО КрҚ инвестициялаудың ұтымды стратегияларын таңдау бойынша шешімдерді қолдау жүйелерінің моделін әзірлеу.

Негізгі мақала материалы

Кез-келген саланы қаржыландыру (инвестициялау) проблемасы оны ақылға қонымды түрде жүзеге асыруды талап етеді, өйткені кез-келген қаржы ресурстарының (ҚР) қалаған нәтижесіз жұмсалуды мүмкін. Міне, ақылға қонымды қаржыландыру мәселесін шешуге көмектесу үшін осы мәселеге шешім табудың дәлелденген әдістеріне жүгінуіңіз керек. Бұл әдістерге ойын теориясы, басқарудың оңтайлы әдістері, оңтайландыру әдістері және басқалары жатады. Тиімді тәсілдердің бірі – ойын теориясының әдістерін, атап айтқанда, көп сатылы ойындар әдістерін қолдану, оның шеңберінде АТ қаржыландыру және инвесторлардың қаржылық ресурстарын (*FinR*) тарту проблемасы жақсы шешіледі. Көп сатылы сапалы ойындар аппаратын қолдану барлық факторларды ескере отырып қаржыландыруға мүмкіндік береді. Атап айтқанда, ҰААО тиімді КрҚ құруға деген көзқарастардың көптігін ескеру. Бұл ойын модельдеріне негізделген шешімдерді қолдау жүйесін

дамытуға мүмкіндік береді, мысалы, осындай технологияларды дамытуға қаражат салу туралы ұтымды шешім қабылдауға мүмкіндік беретін бағдарламалық өнімдер (БӨ).

Осы жұмыста ұсынылған модель ақпараттық технологиялардағы инвесторларды олардың көпфакторлы сипатына байланысты қаржыландыру процесін талдауға негізделген.

Модель біздің жұмысымыздың жалғасы болып табылады [7, 15] және бірнеше терминалды беттері бар қоссыздықты көп қадамды сапалы ойын шешуге негізделген. Есеп бірнеше терминалды беттері бар көп қадамды сапалы ойын үшін стандартты жағдайда қарастырылады.

Көпөлшемді кеңістікте екі ойыншы (инвестор) басқаратын динамикалық жүйе бар. Жүйе тәуелді қозғалысы бар көп сатылы тең сызбалы тендеулер жүйесімен анықталады. S_0, F_0 терминал беттері көрсетілген және ойыншылардың (U) және (V) стратегияларының жиынтығы анықталған. Бірінші ойыншының (бұдан әрі $Inv1$) мақсаты – екінші ойыншы (бұдан әрі $Inv2$) қалай әрекет етсе де, динамикалық жүйені өзінің басқару стратегиясының көмегімен S_0 терминал бетіне шығару. $Inv2$ мақсаты симметриялы. Тұжырымдалған есеп бірінші одақтас-ойыншы тұрғысынан және екінші одақтас-ойыншы тұрғысынан екі есеп туғызады [15].

Жұмыста есепті бірінші одақтас ойыншының тұрғысынан қарастырады. Екінші одақтас-ойыншының көзқарасы бойынша есеп қарастырылмайды, өйткені оның шешімі симметрияға байланысты. Шешім W_1 және W_2 ойыншыларының, яғни объектілердің жүйені сол немесе басқа бетке шығаруға мүмкіндік беретін бастапқы күйлерінің жиынтықтары мен олардың стратегияларының жиынтықтарын табудан тұрады.

1-есепте арналған $Inv1$ одақтас-ойыншыюқға, $Inv2$ арналған қарсылас-ойыншыға қолданылады. Керісінше, 2-есепте $Inv2$ арналған одақтас-ойыншыға, ал $Inv1$ арналған қарсылас-ойыншыға қолданылады. Екі ойыншы да өздерінің қаржылық ресурстарын киберқауіпсіздікке салуға тырысуда.

Берілген уақыт аралығында $[0, T]$ (T - оң натурал сан) $Inv1$ -де $h(0)=(h_1(0), \dots, h_n(0))$ қаржылық ресурстар жиынтығы болады деп есептейміз ($h_i(0)$ – КрҚ i -жүйесін дамытуға арналған КР). Сәйкесінше, $Inv2$ -де $f(0)=(f_1(0), \dots, f_n(0))$ ($f_i(0)$ – КрҚ i -жүйесін дамытуға арналған КР). Бұл жиынтықтар $t=0$ сәтте әр ақпараттық технология ойыншыларының $FinR$ мәнін болжайды).

Ойыншылар үшін $FinR$ -дегі өзгерістер динамикасын келесідей сипаттайық:

$$h(t+1) = B_1 \times h(t) + [(A_1 + R_1) - E] \times U(t) \times h(t) - [(A_2 + R_2) - E] \times V(t) \times B_2 \times f(t); \quad (1)$$

$$f(t+1) = B_2 \times f(t) + [(A_2 + R_2) - E] \times V(t) \times B_2 \times f(t) - [(A_1 + R_1) - E] \times U(t) \times B_1 \times h(t); \quad (2)$$

мұнда

$h(t) \in R^n, f(t) \in R^n, U(t), V(t) - u_i(t), v_i(t) \in [0, 1]$ оң элементтерімен n ретті квадрат матрицалар, сәйкесінше $U(t), V(t)$ диагональды матрицалар;

B_1, B_2 – сәйкесінше g_1^{ij}, g_2^{ij} , оң элементтері бар n ретті квадрат матрицалар болып табылатын, КрҚ ҰААО-де сәтті жүзеге асырылған жағдайда $QP Inv1$ және $Inv2$ матрицаларының түрлендірулері;

A_1, R_2 – $Inv2$ қаржылық инвестицияларға пайыздық төлемді және КрҚ ҰААО-де $Inv1$ инвестицияларға қатысты $Inv2$ инвестиция кірісінің үлесін сипаттайтын оң элементтері бар диагональды матрицалар;

A_2, R_2 – $Inv1$ қаржылық инвестицияларға пайыздық төлемді және КрҚ ҰААО-де $Inv2$ инвестицияларға қатысты $Inv1$ салынған инвестициялар кірісінің үлесін сипаттайтын оң элементтері бар диагональды матрицалар;

E – бірлік матрица.

Өзара әрекеттесу келесі шарттар орындалған кезде аяқталады:

$$(h(t), f(t)) \in S_0, \quad (3)$$

$$(h(t), f(t)) \in F_0, \quad (4)$$

онда

$$S_0 = \bigcup_{i=1}^n \{(h; f): (h; f) \in R^{2n}, h \geq 0, f_i < 0\},$$

$$F_0 = \bigcup_{i=1}^n \{(h; f): (h; f) \in R^{2n}, f \geq 0, h_i < 0\}.$$

Егер (3) шарт орындалса, КрҚ ҰААО инвестициялық процедурасы аяқталған деп санаймыз. Яғни, *Inv1*-де ақпараттық технологиялардың ең болмағанда біреуіне инвестициялық процедураны жалғастыру үшін қаржылық ресурстар жеткіліксіз болды.

Егер (4) шарт орындалса, сондай-ақ КрҚ ҰААО инвестициялық процедурасы аяқталған деп санаймыз. Яғни, *Inv1*-де ақпараттық технологиялардың ең болмағанда біреуіне инвестициялық процедураны жалғастыру үшін қаржылық ресурстар жеткіліксіз болды.

Егер (3) және (4) екі шарт орындалмаса, біз инвестициялау процедурасы жалғасуда деп ойлаймыз.

$(h(T), f(t))$ мәндері жоспарланған аралықтағы $[0, T]$ инвестициялық процедураның нәтижесін көрсетеді.

Жоғарыда аталған процесс толық ақпаратпен позициялық көп сатылы ойын шеңберінде қарастырылады [12].

Жоғарыда айтылғандай, симметрияға байланысты *Inv1* позициясынан есептерді қарастырумен шектелеміз. Екінші мәселе де осылай шешіледі. Жұмыстарда [12, 15] бірінші ойыншының таңдаулы жиынтықтары және таза стратегия анықтау ұсынылды.

1-есепті шешу *Inv1* «артықшылықтарының» жиынтықтарын және оның оңтайлы стратегияларын табудан тұрады. Есеп *Inv2* тұрғысынан дәл осылай қойылған.

Ойынның шешімі табылған шарттарды, яғни W_I «артықшылықтарының» жиынтықтарын және *Inv1* оңтайлы стратегияларын берейік. Бұл шарттар матрицалық теңсіздіктермен анықталады.

- 1) $(A_1 + R_1) - E > 0, (A_2 + R_2) - E > 0;$
- 2) $(A_1 + R_1) - E > 0, (A_2 + R_2) - E \leq 0;$
- 3) $(A_1 + R_1) - E \leq 0, (A_2 + R_2) - E > 0;$
- 4) $(A_1 + R_1) - E \leq 0, (A_2 + R_2) - E \leq 0.$

Матрица элементтерінің қатынастарының барлық басқа нұсқалары.

Белгілерді енгізейік.

$$\begin{aligned} Q_1 &= (A_1 + R_1) \times B_1, & D_1 &= [(A_2 + R_2) - E] \times B_1; \\ F_1 &= (A_2 + R_2) \times B_2, & S_1 &= [(A_1 + R_1) - E] \times B_1; \\ Q_{k+1} &= Q_k \times \{Q_k + D_k \times S_k\} \times B_1, & D_{k+1} &= D_k \times \{F_k + Q_k \times D_k\} \times B_2; \\ F_{k+1} &= F_k^2 + S_k \times D_k, & S_{k+1} &= S_k \times Q_k + F_k \times S_k. \end{aligned}$$

Осы белгілер шеңберінде 1) жағдай үшін W_I артықшылықтар жиынтығы келесідей анықталады.

$$W_1 = \bigcup_{T=1}^{\infty} W_1^T; \tag{5}$$

$$W_1^T = \bigcup_{i=1}^T \left\{ \begin{aligned} &((h(0), f(0)): (h(0), f(0)) \in R_+^{2n}), Q_1 \times h(0) \geq \\ &\geq D_1 \times f(0), \dots, Q_T \times h(0) \geq D_T \times f(0), \\ &\{F_T \times f(0) < S_T h(0)\}_i \end{aligned} \right\} / W_1^{T-1}. \tag{6}$$

Бірінші ойыншының оңтайлы стратегиясы $U^*(j)=E$ үшін $j=1, \dots, T$ болады.

2) - 5) жағдайлары үшін бірінші ойыншының таңдаулы жиынтығы және оның оңтайлы стратегиялары ұқсас болып табылады. Дәл сол сияқты, мәселенің шешімі екінші одақтас-ойыншыдан табылады.

MatLab ортасында есептеу тәжірибелері жасалды.

Жұмыс ИРН АР08855887 «Кибернетикалық қауіпсіздік жүйелеріне инвестициялау процесінде интеллектуалды шешімдерді қабылдауды қолдау жүйесін әзірлеу» гранты шеңберінде есептеулер үшін алынған бастапқы мәліметтер негізінде жүзеге асырылды. (ҚР БҒЖМ Ғылым комитетінің гранттық қаржыландыруы).

1-суретте КрҚ ҰААО инвесторлардың артықшылықтарын модельдеу нәтижелерінің мысалы келтірілген. 1-суретте бірінші ойыншының артықшылық саласы көрсетілген, яғни егер инвестициялық процесс олардан басталса, онда инвестициялық процесс келесідей аяқталатын

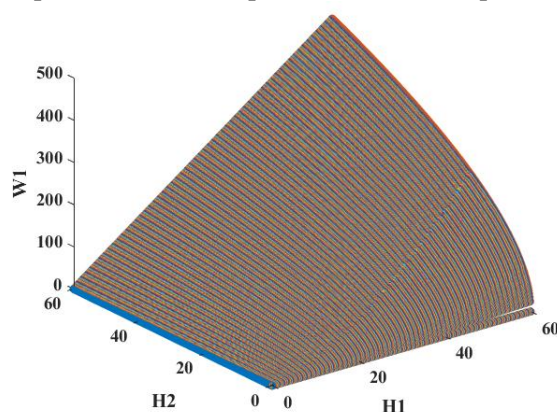
қасиетке ие бастапқы қаржы ресурстарының жиынтығы: бірінші ойыншы әлі де болады инвестициялау үшін қаржылық ресурстар, ал екіншісінде қалмайды. 1-суретте x (суреттерде $H1$ ретінде көрсетілген), y ($H2$ ретінде көрсетілген) мәндері бірінші инвестордың қаржылық ресурстары болып табылады. z айнымалысы (W_1 деп белгіленеді) екінші инвестордың қаржылық ресурстары болып табылады.

1-суретте бірінші жағдайда бірінші инвестор үшін W_1 артықшылығы жиыны көрсетілген. Алынған нәтиже, есептің осы қойылымында [15] келтірілген нәтижеге жақын. Бұл осы мақалада қарастырылған есепті қою кезінде шешімнің дұрыстығын растайды.

1-жағдай.

Келесі болжамдар орындалсын:

- бірінші инвестор екі өлшемді қаржылық ресурстармен ұсынылған;
- екінші инвестор бір өлшемді қаржылық ресурстармен сипатталады;
- бірінші инвестор өзінің стратегиясының барлық компоненттерін оңтайлы түрде таңдайды.



Сурет 1. 1-жағдайдағы бірінші инвестордың артықшылықтар жиынтығы.

1-суретте бірінші инвестордың артықшылық аймағы оң ортантта ($H1, H2, F$) кішірейтілген беттің астында орналасқан.

Есептің тұжырымына сәйкес, бірінші инвестор үшін кеңістіктің R_2^+ ортантқа іргелес бөлігі жақсырақ. Бұл жағдай 1-суретте айқын көрсетілген.

Жасалған модель есепті анықтайтын параметрлердің байланысына байланысты есептің шешімін сындарлы түрде табуға мүмкіндік беретін осындай модельдер класына жатады. Болашақта бұл КрҚ ҰААО инвестициялар саласындағы ШҚҚЖ бағдарламалық түрде енгізуге мүмкіндік береді.

Зерттеу процесінде алынған нәтижелердің ғылыми-тәжірибелік жаңалығы мынада: алғаш рет жаңа классты қоссызқты дифференциалды ойындарды қолдануға негізделген модель жасалды.

Бұл инвесторларға процесті жеткілікті түрде сипаттауға және КрҚ ҰААО немесе ірі жобаларды тәжірибелік қаржыландырудың басқа салаларында инвесторлар үшін оңтайлы стратегияларды табуға мүмкіндік береді.

Қорытынды

Бұл мәселенің көпфакторлық сипатын ескере отырып, инвесторлардың ұтымды стратегияларын таңдауға арналған математикалық модель жасалды. Мысал ретінде зерттеу нысаны ретінде ұлттық ауқымдағы ақпараттандыру объектілерінің киберқауіпсіздігін қаржыландыру міндеті таңдалды. Модель ШҚҚЖ бағдарламалық-алгоритмдік блогында тәжірибелік қолдануға бағытталған. Ұсынылған ШҚҚЖ инвесторлардың рационалды стратегияларды іздеу барысында пайдалы болады. ШҚҚЖ математикалық ядросында қолданылатын модель бірнеше терминалды беткейлері бар қос сызқты көп кадамды ойындар құралдарына негізделген. Мақалада, қолданыстағы ойындардан айырмашылығы, қос сызқты көп кадамды ойындар алғаш рет жаңа класста қарастырылады.

Осы ойындар класы үшін алынған шешім көп факторлы кеңістікті ескере отырып, көп өлшемді кеңістіктегі КрҚ ҰААО саласындағы жобаларға инвестициялау процесінде инвесторлардың артықшылықтарының жиынтығын барабар түрде графикалық түрде көрсетуге мүмкіндік берді.

Көрсетілгендей, бұл тәсіл компьютерлік модельдеуді және ШҚҚЖ-ді қолдана отырып, инвесторға ұтымды қаржылық стратегияларды талдауға және таңдауға кең мүмкіндіктер береді.

Компьютерлік модельдеу MatLab жүйесінде КрҚ ҰААО инвесторлар стратегиялары және жасалған модель негізінде артықшылығы болады. Компьютерлік модель инвесторлар үшін стратегияны болжамды бағалау нәтижелері мен олардың әрекеттерінің нұсқалары арасындағы сәйкессіздіктерді азайтуға мүмкіндік берді. Алынған шешім болжамдық деректермен сәйкессіздік пен КрҚ ҰААО салынған инвестициялардың нақты кірістілігін азайтуға мүмкіндік беретіні көрсетіледі.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- 1 Zuboff S. (2015). *Big other: surveillance capitalism and the prospects of an information civilization* // *Journal of Information Technology*, №30(1). - С.75-89.
- 2 McArthur, D. (2002). *Investing in digital resources. New Directions for Higher Education*, 119, 77-86. <https://doi.org/10.1002/he.74>
- 3 Madon, S., & Krishna, S. (2018). *The Digital Challenge: Information Technology in the Development Context: Information Technology in the Development Context*. Routledge, 370 p.
- 4 Woodard, C. J., Ramasubbu, N., Tschang, F. T., & Sambamurthy, V. (2013). *Design capital and design moves: The logic of digital business strategy. Mis Quarterly*, 537-564. <https://doi.org/10.25300/MISQ/2013/37.2.10>
- 5 Bai, C., & Sarkis, J. (2016). *Supplier development investment strategies: a game theoretic evaluation. Annals of Operations Research*, 240(2), 583-615. doi: 10.1007/s10479-014-1737-9
- 6 Zanella, A., Bui, N., Castellani, A., Vangelista, L., Zorzi, M. (2014). *Internet of things for smart cities. IEEE Internet of Things journal*, 1(1), 22–32. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2014.2306328>
- 7 Akhmetov, B.S., Akhmetov, B.B. et al. (2019). *Adaptive model of mutual financial investment procedure control in cybersecurity systems of situational transport centers. // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences. №3(435). - С.159-172. https://doi.org/10.32014/2019.2518-170X.82*
- 8 Mithas, S., Tafti, A., Mitchell, W. (2013). *How a Firm's Competitive Environment and Digital Strategic Posture Influence Digital Business Strategy. Mis Quarterly*, 37(2), 511-536. <https://doi.org/10.25300/MISQ/2013/37.2.09>
- 9 Tiwana, A., Ramesh, B. (2001, January). *E-services: Problems, opportunities, and digital platforms. In System Sciences, 2001. Proceedings of the 34th Annual Hawaii International Conference on (pp. 8-pp). IEEE. doi: https://doi.org/10.1109/HICSS.2001.926311*
- 10 Mazzarol, T. (2015). *SMEs engagement with e-commerce, e-business and e-marketing. Small enterprise research*, 22(1), 79–90. <https://doi.org/10.1080/13215906.2015.1018400>
- 11 Sedera, D., Lokuge, S., Grover, V., Sarker, S., Sarker, S. (2016). *Innovating with enterprise systems and digital platforms: A contingent resource-based theory view. Information & Management*, 53(3), 366-379. <https://doi.org/10.1016/j.im.2016.01.001>
- 12 Mohammadzadeh, A. K., Ghafoori, S., Mohammadian, A., Mohammadkazemi, R., Mahbanooui, B., Ghasemi, R. (2018). *A Fuzzy Analytic Network Process (FANP) approach for prioritizing internet of things challenges in Iran. Technology in Societ. №53, 124-134. https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2018.01.007*
- 13 Selçuk, A. L. P., Özkan, T. K. (2015). *Job choice with multi-criteria decision making approach in a fuzzy environment. International Review of Management and Marketing*, 5(3), 165-172.
- 14 Kache, F., Seuring, S. (2017). *Challenges and opportunities of digital information at the intersection of Big Data Analytics and supply chain management // International Journal of Operations & Production Management*, 37(1), 10-36. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-02-2015-0078>
- 15 Akhmetov, B. B., Lakhno, V. A., Akhmetov, B. S., Malyukov, V. P. *The Choice of Protection Strategies During the Bilinear Quality Game On Cyber Security Financing // Bulletin of National Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. - 2018, №3 (373). - С. 6-14.*