



ХҒТАР 50.35.39
Ғылыми мақала

<https://doi.org/10.32523/2616-7263-2025-153-4-53-64>

Агроөнеркәсіптік кешендегі жарнамалық бюджетті машиналық оқыту алгоритмі негізінде бөлуді оңтайландыру.

Ж.Т. Әбілдаева^{1*} , Р.К. Ускенбаева¹ , Ж.Б. Кальпеева¹ ,
Н.Б. Қоңырбаев² , А.О. Дәуітбаева² 

¹Қ. И. Сәтбаева атындағы Қазақ Ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Алматы, Қазақстан.

²Қорқыт Ата атындағы Қызылорда Университеті, Қызылорда, Қазақстан

*E mail: Zhansaya_A@mail.ru, r.k.uskenbaeva@satbaev.university, ,
z.kalpeyeva@satbayev.university, nurbek@korkyt.kz, aicos@mail.ru*

Аңдатпа Зерттеу агроөнеркәсіп кешеніндегі (АӨК) маркетингтік және жарнамалық мәселелерді шешу үшін NSGA-III көп критерийлі оңтайландыру үшін машиналық оқытуға негізделген алгоритмін қолдануға арналған. Бәсекелестікті арттыру және Қазақстан Республикасының экономикасын цифрландыру жағдайында жұмыстың өзектілігі жарнамалық науқандардың тиімділігін, мақсатты аудиторияны қамту және шығындарды азайту сияқты критерийлерді ескере отырып, кәсіпорындардың маркетингтік бюджеттерін бөлуді оңтайландыру қажеттілігінен туындап отыр. Жұмыста қолданылған әдістеме мақсаттық функцияларды, шектеулерді және парето-оңтайлы шешімдерді табу үшін NSGA-III қолдану арқылы формализациялауды қамтиды. Зерттеу барысында алынған мәліметтер агроөнеркәсіптік кешендегі маркетингтік жоспарлау тапсырмалары үшін NSGA-III әлеуетті қолдану мүмкіндігін растайды және агроөнеркәсіптік кешен кәсіпорындарында басқару шешімдерін қабылдау үшін негіз бола алады. Зерттеу нәтижелері NSGA-III алгоритмінің агроөнеркәсіптік кешендегі маркетингтік жоспарлау процестерін жетілдіруде және кәсіпорындардың басқарушылық шешімдерін қолдауда айтарлықтай әлеуетке ие екенін дәлелдейді. Бұл тәсіл АӨК саласында ресурстарды тиімді пайдалануға және нарықтағы бәсекелестік қабілетті арттыруға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: агроөнеркәсіп кешені, көп критериалды оңтайландыру, NSGA-III, маркетингтік стратегиялар, Парето фронты, цифрландыру

Түсті 19.08.2025. Жөнделді 20.11.2025. Мақұлданды 24.11.2025. Онлайн қолжетімді 30.12.2025

* хат-хабар үшін автор

Кіріспе.

Әлемнің кез келген дерлік елінің экономикасында ауыл шаруашылығы орасан зор рөл атқарады, ал Қазақстан (немесе ҚР) бұдан тыс емес, өйткені агроөнеркәсіптік кешен (АӨК) азық-түлік қауіпсіздігінің негізгі көзі және маңызды экспорттық сектор болып табылады. Дегенмен, соңғы жылдары Қазақстан Республикасының агроөнеркәсіп кешені бәсекелестіктің күшеюі, өндіріс тиімділігін арттыру және өнімді бөлуді оңтайландыру қажеттілігі сияқты бірқатар міндеттерге тап болды [1, 2, 3]. Сондықтан Қазақстанның агроөнеркәсіп кешеніндегі маркетинг пен жарнаманың цифрлық әдістерін математикалық және кибернетикалық әдістерді қолдана отырып зерттеудің өзектілігі бірқатар негізгі факторларға байланысты. Атап айтқанда, жаһандану және экономиканы цифрландыру жағдайында Қазақстан ауыл шаруашылығы әдістері мен процестерін жаңғырту қажеттілігіне тап болып отыр. Ал машиналық оқыту (ML) және NSGA-II, NSGA-III сияқты көп критериялы оңтайландырудың эволюциялық есептеу алгоритмдері сияқты жаңа технологияларды пайдалану маркетингтік процестерді басқаруды жақсартуға, бәсекеге қабілеттілікті арттыруға және агроөнеркәсіптік кешенде ресурстарды бөлуді оңтайландыруға бірегей мүмкіндіктер береді. Біздің ойымызша, Қазақстанның агроөнеркәсіп кешеніндегі маркетинг пен жарнаманы цифрландыру тұтынушылармен өзара іс-қимылды жақсартып қана қоймай, нарықтық үрдістерді дәлірек болжауды қамтамасыз етеді, сайып келгенде, тауарлар мен қызметтердің сапасын арттырады [1, 4]. Ауыл шаруашылығы маркетингіндегі цифрлық әдістерді зерттеу Қазақстанның тұрақты және бәсекеге қабілетті аграрлық секторын қалыптастыру үшін өзекті деп есептейміз, бұл тез өзгертін нарықтық шындық жағдайында өте маңызды.

Цифрлық маркетинг бөлімінде агромаркетинг агроөнеркәсіптік сектордағы жекелеген кәсіпорындар деңгейінде де, мемлекеттік макродеңгейде де нарықтық процестерді реттейтін және талдау жасайтын ауыл шаруашылығы нарығындағы қызметті басқару жүйесі. Бірқатар зерттеушілердің [5, 6] пікірінше, агромаркетинг нарықтың әртүрлі қатысушылары арасында өзара тиімді алмасу механизмдерін ұсынуға, сонымен қатар тұтынушылардың қажеттіліктерін анықтауға және оларды қанағаттандыру жолдарын іздеуге жағдай жасауға қабілетті. Негізінде агромаркетинг ауыл шаруашылығы нарығын талдауды, оның динамикасын болжауды, өнімге сұранысты қалыптастыруды және олардың таралуын ынталандыруды, сайып келгенде, ауыл шаруашылығы өнімдерін өндіруге, өткізуге және нарықта жылжытуға қатысты негізделген шешімдер қабылдауға мүмкіндік беруді қамтиды, сондай-ақ агроөнеркәсіптік кешендегі (бұдан әрі Агроөнеркәсіптік кешендегі) нарықтық жағдайды бағалау және болжау мүмкіндіктерін береді. Заманауи ауыл шаруашылығы кәсіпорындары, әдетте, өзін-өзі реттемейді [7, 8], сондықтан олар ресурстармен және ақпараттармен алмасып, сыртқы маркетингтік ортамен үнемі әрекеттесіп отырады. Олардың жұмыс істеуі мен өмір сүруі сыртқы ортаның әсеріне байланысты, ал ауылшаруашылық кәсіпорындары өз қызметін сақтау үшін маркетингтік ортаның өзгерістеріне бір мезгілде өз мүмкіндіктері шегінде әсер ете отырып, бейімделуі керек. Ауыл шаруашылығы маркетингінің теориясы мен практикасы [1, 2] соңғы жылдары қарқынды дамып келеді, бұл ең алдымен ауыл шаруашылығы және азық-түлік нарығындағы бәсекелестіктің күшеюімен, сондай-ақ Қазақстан Республикасы халқының өсуімен және өмір сүру деңгейінің жақсаруымен, әртүрлі салалар үшін ауыл шаруашылығы шикізатының маңыздылығының артуы, ғылым мен өндірістік күштердің дамуымен байланысты. Қазақстандағы ауыл шаруашылығы кәсіпорындарының жұмыс

істеуінің қазіргі тәжірибесі өндірісті ұйымдастырудың тиімділігі, өнімнің тұтынушылардың күтулеріне сәйкестігі, сондай-ақ кәсіпорында өнімді бөлу мен өткізудің сауатты және жақсы үйлестірілген жүйесі ауыл шаруашылығы тауарын өндіруші мен оның қызметкерлерінің қаржылық жағдайына тікелей әсер ететінін растайды [4].

Осы зерттеу контекстінде ауылшаруашылық маркетингінде көп критериалды оңтайландыру үшін NSGA-III эволюциялық алгоритмін пайдалану қарастырылады. Бұл тәсіл бізге әртүрлі факторларды теңестіруге және белгісіздік жағдайында шешім қабылдауға байланысты мәселелерді тиімді шешуге мүмкіндік береді, бұл Қазақстанның ауыл шаруашылығы бизнесі үшін өте маңызды екені сөзсіз.

Бұрынғы зерттеулерді талдау.

Қазіргі таңда маркетингтік стратегияларды, оның ішінде агроөнеркәсіптік кешен үшін оңтайландыру мәселелері зерттеушілердің айтарлықтай назарын аударды, бұл бәсекелестіктің күшеюі және менеджмент жүйелерінің сапасы мен бейімделуіне талаптардың өсуі жағдайында маркетингті басқару тиімділігін арттыру қажеттілігімен байланысты. Ғылыми әдебиеттерде осы саладағы зерттеудің бірнеше негізгі бағыттарын бөліп көрсетуге болады. Негізгі бағыттардың бірі маркетингтік стратегияларды оңтайландырудың математикалық әдістерін қолданумен байланысты [5, 6, 7, 8]. Мысалы, Першуков Н.В. және Карнадуд О.С. (2019) [5] белгісіздік жағдайында математикалық тәсілдердің практикалық қолданылуын көрсететін бюджеттік ресурс шектеулерін ескере отырып, маркетингтік стратегияларды оңтайландырудың математикалық үлгілерін ұсынады. Зерттеудің тағы бір маңызды бағыты - экономикалық және математикалық модельдерге негізделген деректерді талдау және болжау әдістерін пайдалану. Сонымен, Блинова Ю.Ю. (2015) [4] агроөнеркәсіп кешеніндегі нарықтық тенденцияларды болжау дәлдігін жақсарту үшін экономикалық және математикалық модельдеу әдістерін қолдануды зерттейді, бұл неғұрлым негізделген басқару шешімдерін қабылдауға мүмкіндік береді.

Маркетингтік стратегияларды тарату арналарымен біріктіруге ерекше көңіл бөлінеді. Мысалы, зерттеу авторлары [10] персоналды талдау және өнімді тарату арналарын бағалау негізінде маркетингті басқару стратегияларын таңдау модельдерін ұсынды, бұл авторлардың пікірінше, маркетингтік стратегияның көп компонентті сипатын және оның кәсіпорынның қаржылық нәтижелеріне әсерін ескеруге мүмкіндік береді. Яғни, мәні бойынша көп критерийлі мәселе қойылуда.

Агромаркетингінде шешім қабылдауды қолдау үшін заманауи машиналық оқыту технологияларын қолданудың өзектілігін атап өткен жөн. Qiu J. (2021) [12] және Hung-Yi T. (2024) [11] сияқты зерттеулер ауыл шаруашылығы кәсіпорындарын басқаруда интеллектуалды жүйелерді қолдану перспективаларын ашатын үлкен деректерді талдау негізінде маркетингтік стратегияларды әзірлеу үшін нейрондық желілер мен оңтайландыру алгоритмдерін пайдалануды көрсетеді. Алайда қазіргі уақытта агроөнеркәсіптік кешендегі маркетингтік стратегияларды оңтайландыру міндеттері үшін арнайы NSGA-III қолдану бойынша ауқымды зерттеулер жүргізілмегенін атап өткен жөн. NSGA-III алгоритмі қалалық агломерациялардағы қалдықтарды басқару (Qu L. et al., 2019) [13] және сауда стратегияларына негізделген көп агенттік жүйелерде тапсырмаларды бөлу (Yang M. et al., 2025) [14] сияқты басқа қолданбаларда өзінің тиімділігін көрсеткенімен [14], оны қолдану белгілі бір контексте мәдени зерттеулерді жасайды. Біздің зерттеуімізде

толтыру орынды болатын ғылыми олқылықтар.

Бұрыңғы зерттеулерді талдауды қорытындылай отырып, ауылшаруашылық маркетингін көп критериалды оңтайландыруда эволюциялық алгоритмдер мен машиналық оқытуға негізделген әдістерін қолдану, стратегиялық жоспарлаудың тиімділігін және тез өзгертін нарық жағдайларына бейімделуін айтарлықтай арттыратыны сөзсіз. Сондықтан бұл зерттеу аграрлық сектордағы кәсіпорындар үшін оңтайлы маркетингтік стратегияларды және жарнаманы тұжырымдау үшін эволюциялық модельдеу әдістерін, атап айтқанда NSGA-III-ді одан әрі әзірлеуге және қолдануға бағытталған.

Зерттеудің мақсаты мен міндеттері.

Қазақстанның агроөнеркәсіп кешеніндегі маркетингтік стратегияларды оңтайландырудың NSGA-III алгоритмі негізінде көп критериалды оңтайландыру әдісін әзірлеу. Зерттеу мақсатына жету үшін келесі міндеттер шешілді:

-Агроөнеркәсіптік кешендегі маркетингтік бюджетті бөлу проблемасының мақсатты функциялары мен шектеулерін формализациялау.

-Агроөнеркәсіптік маркетингтің ерекшеліктерін ескере отырып, мәселені шешу үшін NSGA-III алгоритмін бейімдеу.

-Гиперкөлем (HV), диверсификация және таралу біркелкілігі (Spacing) метрикасы арқылы ерітінділердің сапасын бағалаумен есептеу экспериментін жүргізу. Сондай-ақ алынған Парето-оңтайлы шешімдерді талдау, оның ішінде бюджеттерді жылжыту арналары бойынша бөлу және критерийлер арасындағы ымыраға келу.

Әдіснама

Қазақстанның ауылшаруашылық саласындағы агроөнеркәсіптік кешенінің маркетингтік стратегиясы мен жарнамалық бюджетті көп критериалды оңтайландыру барысында қарастырылатын критерийлерді ресімдейік.

1. Жарнамалық науқанның тиімділігі (f_1) – өнімді өткізу көлемінің ұлғаюы (мысалы, ауылшаруашылық кәсіпорнының табысының немесе кірісінің артуы).

2. Маркетинг және жарнама шығындары (f_2) – жарнамалық науқандарға және ауыл шаруашылығы өнімдерін жылжытуға жұмсалған жалпы шығындар.

3. Мақсатты аудиторияны қамту деңгейі (f_3) – жарнамалық науқан арқылы жеткен мақсатты аудиторияның үлесі.

4. Жарнамалық стратегияның тұрақтылығы (f_4) – ұзақ уақыт кезеңіндегі әсердің тұрақтылығы (мысалы, маусымдық ауытқулардың төмендеуі).

5. Сату арналарымен интеграция (f_5) – маркетинг күштері мен тарату арналары арасындағы үйлестіру деңгейі (мысалы, онлайн платформалар немесе ауыл шаруашылығы кәсіпорындарының серіктес желілері арқылы тапсырыстар санының артуы).

Критерийлердің әрқайсысын мақсаттық функция түрінде талдап, формалдап көрейік.

Содан кейін [2, 3, 5, 6, 9, 11] зерттеулерге сүйене отырып, біз осы формада мақсаттық функцияларды жаза аламыз.

$$f_1 = \frac{\Delta P}{R} \times 100\%, \quad (1)$$

ΔP – ауылшаруашылық кәсіпорнының өніміне жарнамалық науқан жүргізгеннен кейінгі пайданың артуы.

R – жарнамалық науқанның жалпы шығындары.

Яғни, мән соғұрлым жоғары болады (f_1), соғұрлым жарнама тиімдірек болады.

Критерий (f_2) жарнамалық қызметке арналған жалпы бюджетті көрсетеді. Оны келесідей орнатуға болады:

$$f_2 = \sum_{i=1}^N C_i, \quad (2)$$

C_i – i -ші арнадағы (интернет, БАҚ және т.б.) жарнамалық шығындар;

N – жарнамалық арналардың саны.

Оңтайландыру осы критерийді азайтуды қамтиды.

Критерий (f_3) жарнамалық науқан жеткен мақсатты аудиторияның пайызын көрсетеді, яғни.

$$f_3 = \frac{A_{reach}}{A_{total}} \times 100\%, \quad (3)$$

A_{reach} – аудиторияға жетті,

A_{total} – жалпы мақсатты аудитория.

Критерий (f_4) уақыт бойынша жарнама әсерінің тұрақтылығын көрсетеді, яғни.

$$f_4 = 1 - \frac{\sigma(R(t))}{\mu(R(t))}, \quad (4)$$

$R(t)$ – белгілі бір уақытта сатудың өсуі,

σ – белгілі бір кезеңдегі сатылымның стандартты ауытқуы,

μ – сатудың орташа өсу қарқыны.

Критерий (f_5) маркетинг және сату әрекеттерін үйлестіруді сипаттайды, яғни.

$$f_5 = \frac{S_{online} + S_{offline}}{S_{total}} \times 100\%, \quad (5)$$

S_{total} – тапсырыстардың жалпы саны,

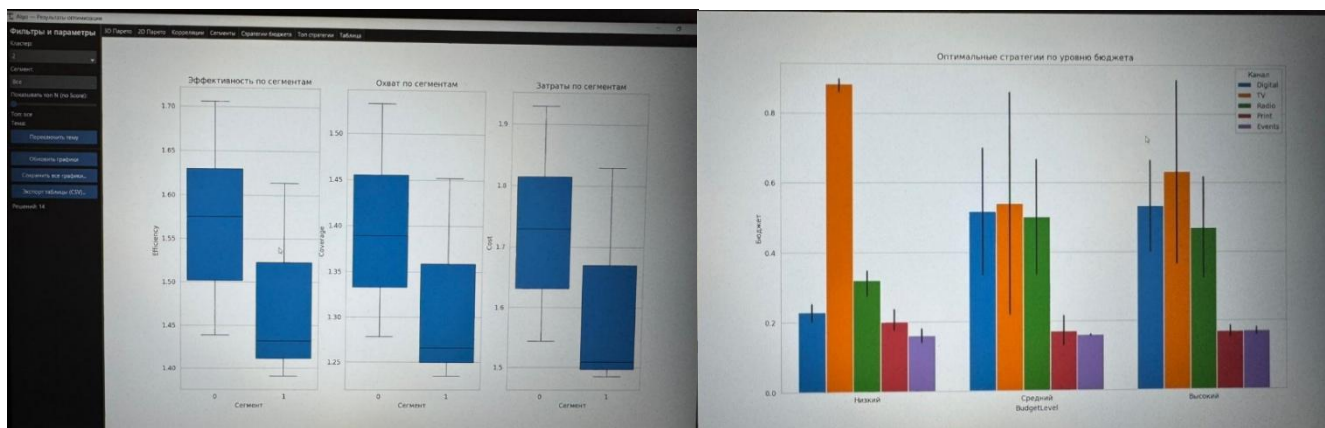
S_{online} – онлайн арналар арқылы тапсырыстар саны,

$S_{offline}$ – желіден тыс арналар арқылы тапсырыстар саны.

Критерийді барынша арттыру маркетинг пен сатудың оңтайлы интеграциясын білдіреді. Сондықтан біз келесі мақсаттарды қанағаттандыратын ымыраға келу шешімін табуымыз керек: барынша арттыру (f_1, f_3, f_4, f_5) және азайту (f_2). Бұл зерттеуде есептің математикалық тұжырымы тек үш мақсатты функцияны – тиімділікті барынша арттыруды қамтыды (f_1), аудиторияның қолжетімділігін арттыру (f_3) және шығындарды азайту (f_2), сондай-ақ әрбір арнаға ең төменгі жарнаға және жалпы жарнама бюджетіне екі шектеу.

Нәтижелер мен талқылау.

Зерттеу барысында алынған нәтижелер көпкритериалды оңтайландыру принциптеріне сәйкес Парето оңтайлы шешімде мақсаттық функциялар $(f_1), (f_2), (f_3)$ оңтайландыру бағыттарын теңестіру үшін өзгертілді. Python кодында тиімділік пен қамту минус белгісімен көрсетілген. $(F[i,0] = -np.sum(x*self.channels[:,0]))$, бұл рұқсат қүрылымының стандартты тәжірибесіне байланысты болды, мұнда барлық мәселелер әдепкі бойынша азайту мәселелері ретінде тұжырымдалады. Нәтижелерді алғаннан кейін $(front = -res.F)$ дұрыс түсіндіру үшін мәндердің инверсиясы орын алады. Шығындар оң болып қалады, өйткені оларды азайту мәселенің бастапқы тұжырымына сәйкес келеді. Осылайша, графиктердегі теріс құн мәндері бастапқы оң мәндерді көрсететін визуализация артефакті болып табылады. Бұл нәтижелер кестесіндегі деректерді талдаумен де расталады, VS Code консолінде модельдеу нәтижелерінің шығысын көрсететін 2-суретті қараңыз (мысалы, -1,46 шығындар 1,46 шартты бірліктердің нақты шығындарына сәйкес келеді). Шешім қабылдау процесінде алынған шешімнің сапасын бағалау маңызды болды, атап айтқанда, келесі нәтижелер алынды. Гиперкөлем (HV = 0,876) және әртараптандыру (Әртүрлілік = 0,561) көрсеткіштері мақсатты көрсеткіштерден асып түсетін Парето фронтының жақсы сапасын көрсетеді. Аралық көрсеткішінің біршама асып кетуі (0,579 мақсатқа қарсы <0,5) шешімдерді бөлудің орташа біркелкі еместігін көрсетеді, бұл қайшы критерийлері бар мәселелерге тән. 2-суреттегі ең жақсы 5 шешім критерийлер арасындағы ымыраны көрсетеді, яғни тиімділіктің максималды мәндері (1.32) және қамту (1.17) теориялық күтулерге сәйкес жоғары шығындармен (~1.46) қол жеткізіледі.



1-сурет. Зерттеу нәтижелері

Сандық арналардың (ең жақсы шешімде 15%) және оқиғалардың (5-ші шешімде 56,7%) басым рөлі олардың жоғары тиімділігіне және бастапқы деректерде қамтылуына сәйкес келеді. Нәтижелердің Парето оңтайлылығының қағидаттарына сәйкестігі мыналармен расталады: 1) 2D графикіндегі тиімділік/қамту және шығындар арасындағы антикорреляция (1-суретте сол жақта); 2) параллель координаталардағы көп бағытты тенденциялар (1-суреттегі графиктер); 3) шектеулерді сақтау (барлық бюджеттер $\geq 0,1$, сома $\leq 1,5$). Нормаланған құрамдас ұпайлар (-0,930-дан -0,970-ке дейін) салмақтық факторларды (тиімділік үшін 0,6, қамту үшін 0,4) және айыпталушы шығындар

коэффициентін ескере отырып, шешімдерді дұрыс дәрежелейді. Алынған нәтижелерді талдай отырып, NSGA-III алгоритмін қолдану маркетингтік талаптарға жауап беретін, әсіресе ауыл шаруашылығы кәсіпорындары үшін басым емес шешімдердің репрезентативті жиынтығын алуға мүмкіндік берді деп айта аламыз. Ұсынылып отырған үлгі тапсырманың көп критерийлік сипатын ескере отырып, агроөнеркәсіптік кешендегі жарнамалық бюджетті бөлу бойынша басқару шешімдерін қабылдау үшін негіз бола алады.

```

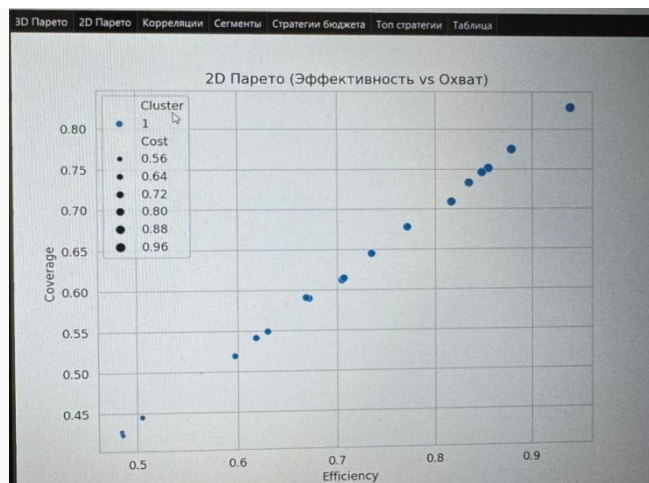
489 | 58680 | 15 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 0.0014190961 | f
490 | 58800 | 15 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 0.0016605158 | f
491 | 58920 | 15 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 0.0017721305 | f
492 | 59040 | 15 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 0.0017780855 | f
493 | 59160 | 15 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 0.0020856014 | f
494 | 59280 | 15 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 0.0023992739 | f
495 | 59400 | 15 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 0.0023992739 | f
496 | 59520 | 15 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 0.0023938396 | f
497 | 59640 | 15 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 0.0030698042 | f
498 | 59760 | 15 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 0.0000241417 | f
499 | 59880 | 16 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 0.0032191525 | f
500 | 60000 | 15 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 0.0008188012 | f

=== QUALITY METRICS ===
Hypervolume: 0.876 (target >0.7)
Spacing: 0.579 (target <0.5)
Diversity: 0.561

=== TOP-5 SOLUTIONS ===
Solution #1 (score: -0.930):
Budgets: [0.596 0.1 0.29 0.1 0.412]
Efficiency: 1.32 | Coverage: 1.17 | Costs: -1.46
Budget allocation (%):
Channel 1: 39.8%
Channel 2: 6.7%
Channel 3: 19.3%
Channel 4: 6.7%
Channel 5: 27.5%

Solution #2 (score: -0.934):
Budgets: [0.51 0.1 0.339 0.115 0.402]

```



2сурет. VS Code консоліндегі зерттеу нәтижелерін шығару

Кейінгі зерттеулерде біз алынған нәтижелерді баламалы NSGA-II алгоритмінің жұмысымен, сондай-ақ жасанды нейрондық желілер сияқты машиналық оқыту әдістерімен салыстыруды жоспарлап отырмыз.

Қорытынды.

NSGA-III алгоритмі агроөнеркәсіптік кешеннің маркетингтік бюджетін көп критериялды оңтайландыру мәселесін шешуде жоғары тиімділік көрсеткені анықталды, ол метрикамен расталады (HV = 0,876, Diversity = 0,561). Кибернетикалық модельдеу барысында қарастырылып отырған келесі критерийлер арасында ымыраға келу белгіленді: жарнама тиімділігін барынша арттыру (1,32) және қамту (1,17) жалпы Паретоның оңтайлылық принципіне сәйкес келетін жоғары шығындармен (~1,46) қол жеткізіледі. Цифрлық арналар мен оқиғалар оңтайлы шешімдерде ең үлкен мәнді көрсетті (сәйкесінше ауыл шаруашылығы кәсіпорындарының өнімдерін жарнамалауға арналған бюджеттің 39,8% және 56,7%), бұл олардың бастапқы деректердегі жоғары тиімділігіне сәйкес келеді. Графиктердегі теріс құн мәндері румоо-да инверттелген мақсатты функциялардың визуализациясының артефакті болып табылады және нәтижелердің мағыналы интерпретациясын бұрмаламайтыны көрсетілген. Мақалада ұсынылған модель агроөнеркәсіптік кешендегі басқару шешімдерін қолдау үшін пайдаланылуы мүмкін екендігі көрсетілді және одан әрі зерттеулер NSGA-III-ны балама әдістермен (NSGA-II, нейрондық желілер) салыстыруға бағытталуы керек.

Авторлардың қосқан үлесі.

Әбілдаева Ж.Т., Ускенбаева Р.К.- жұмыстың тұжырымдамасына немесе дизайнына айтарлықтай үлес қосқан; нәтижелерді жинау, талдау немесе түсіндіру;
Кальпеева Ж.Б.- мәтінді жазу және/немесе оны сыни тұрғыдан қайта қарау;
Қоңырбаев Н.Б., Дәуітбаева А.О.- мақаланың соңғы нұсқасын жариялауға бекіту;
Әбілдаева Ж.Т.- жұмыстың барлық аспектілері үшін жауапты болуға және деректердің дәлдігіне немесе мақаланың барлық бөліктерінің тұтастығына қатысты мәселелерді тиісті түрде зерттеуге және шешуге келісім беру.

Әдебиеттер тізімі

1. Шуленбаева Ф.А., Каменова М.Ж., Дарибаева А.К., Шуленбаева К.С. (2011) Вопросы организации и развития маркетинга в аграрном секторе Казахстана. Научные Записки ОрелГИЭТ, (2). — С. 247–253.
2. Omarkhanova Z.M., Niyazbekova S.U., Varzin V.V., Kerimkhulle S.Y., Nurekenova E.S. (2022) Financial provision of the agro-industrial complex of Kazakhstan: problems and solutions. In Sustainable Agriculture: Circular to Reconstructive, Volume 2. —P. 27-32). Singapore: Springer Nature Singapore.
3. Мадиярова Д.М., Тюленева Т.А., Молдажанов М.Б., Аманбаева А.А. (2020) Механизм интеграции сельскохозяйственного сектора экономики Казахстана в рамках ЕАЭС. Естественно-гуманитарные исследования, (4 (30). — С. 103–109.
4. Сыздықов Б.Ш., Шарипов А.К., Абилкасым А.Б. (2020) Конкурентоспособность агропромышленного комплекса Туркестанской области Казахстана. Проблемы агорынка, (2). — С. 89–99.
5. Блинова Ю.Ю. (2015) Применение экономика-математических методов в маркетинговых исследованиях. In Аналитические и финансово-экономические аспекты развития региональной экономики. — С. 216–219.
6. Першуков Н.В., Карнадуд О. С. (2019) Математические модели в маркетинге. In Россия молодая. — С. 90731–90731).
7. Пономаренко К. В., Затонская И. В. (2016). Методы оптимизации маркетинговой стратегии предприятия. In В сборнике: Современная наука: теоретический и практический взгляд сборник статей Международной научно-практической конференции: — С. 260–262).
8. Garrido A. (2000) A mathematical programming model applied to the study of water markets within the Spanish agricultural sector. Annals of Operations Research, 94. — P. 105–123.
9. Kozlovskiy S., Khadzhynov I., Lavrov R., Skydan O., Ivanyuta N., Varshavska N. (2019). Economic-mathematical modeling and forecasting of competitiveness level of agricultural sector of Ukraine by means of theory of fuzzy sets under conditions of integration into European market.
10. Laburtseva O., Larina, Y., Nahorna O., Vinichenko S., Hordienko V., Al-Shaban A.T.N. (2021) Development of a marketing strategy for enterprise financial growth. Studies of Applied Economics, 39(5).
11. Kovalchuk S.V., Kobets D.L., Zaburmekha Y.M. (2019) Modeling the choice of strategies of marketing management of enterprise personnel. Natsional'nyi Hirnychyi Universytet. Naukovyi Visnyk, (2). — P. 163–173.
12. Hung-Yi T. (2024, June). Bp Neural Network Research on Enterprise Marketing Strategy Combination. In 2024 IEEE International Conference on Information Technology,

Electronics and Intelligent Communication Systems (ICITEICS). — С. 1–5. IEEE.

13. Qiu J. (2021, October). An Enterprise Marketing Channel Optimization Strategy in the Context. In The 2021 International Conference on Machine Learning and Big Data Analytics for IoT Security and Privacy: SPIoT-2021 Volume 1. — Vol. 97. — P. 314. Springer Nature.

14. Qu L., Zhou Z., Zhang T., Zhang H., Shi L. (2019). An improved procedure to implement NSGA-III in coordinate waste management for urban agglomeration. Waste Management and Research, 37(11). — P. 1161–1169.

15. Yang M., Zhang B., Shi Z., & Li J. (2025). A hybrid task allocation approach for multi-UAV systems with complex constraints: a market-based bidding strategy and improved NSGA-III optimization. The Journal of Supercomputing, 81(4). — P. 1–33.

**Ж.Т. Абилдаева¹, Р.К. Ускенбаева¹, Ж.Б. Кальпеева¹,
Н.Б. Конырбаев², А.О. Даутбаева²**

¹*Казахский национальный технический исследовательский университет имени К.И. Сатбаева,
Алматы, Казахстан.*

²*Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Кызылорда, Казахстан*

Оптимизация распределения рекламного бюджета в АПК на основе алгоритма машинного обучения.

Аннотация. Целью исследования является использование алгоритма многокритериальной оптимизации NSGA-III на основе машинного обучения для решения задач маркетинга и рекламы в агропромышленном комплексе (АПК). В условиях повышения конкурентоспособности и цифровизации экономики Республики Казахстан актуальность работы обусловлена необходимостью оптимизации распределения маркетинговых бюджетов предприятий с учетом таких критериев, как эффективность рекламных кампаний, охват целевой аудитории и снижение затрат. Методология, используемая в работе, предполагает формализацию целевых функций, ограничений и использование NSGA-III для поиска Парето-оптимальных решений. Результаты, полученные в ходе кибернетического моделирования, как правило, свидетельствуют о высоком качестве решений (гиперобъемном), компромиссе между критериями и доминирующей роли цифровых каналов (увеличение бюджета до 15%). Полученные в ходе исследования данные подтверждают потенциальную возможность использования NSGA-III для задач планирования маркетинга в агропромышленном комплексе и могут служить основой для принятия управленческих решений на агропромышленных предприятиях. Результаты исследования подтверждают, что алгоритм NSGA-III обладает значительным потенциалом для совершенствования процессов маркетингового планирования в агропромышленном комплексе и поддержки принятия управленческих решений предприятиями. Данный подход позволяет эффективно использовать ресурсы агропромышленного комплекса и повысить конкурентоспособность на рынке.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, многокритериальная оптимизация, NSGA-III, маркетинговые стратегии, фронт Парето, цифровизация.

**Zh.T. Abildayeva¹, R.K. Uskenbaeva¹, Zh.B. Kalpeyeva¹,
N.B. Konyrbaev², A.O. Dautbayeva²**

¹*Satbayev University, Almaty, Kazakhstan.*

²*Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan*

Optimization of advertising budget allocation in the agro-industrial complex based on a machine learning algorithm.

Abstract. The study is aimed at using the NSGA-III algorithm for multi-criteria optimization based on machine learning to solve marketing and advertising problems in the agro-industrial complex (AIC). In the context of increasing competitiveness and digitalization of the economy of the Republic of Kazakhstan, the relevance of the work is due to the need to optimize the distribution of marketing budgets of enterprises, taking into account such criteria as the effectiveness of advertising campaigns, coverage of the target audience and cost reduction. The methodology used in the work involves formalization of objective functions, constraints and the use of NSGA-III to find Pareto-optimal solutions. The results obtained during cybernetic modeling usually indicate high quality of solutions (hyper-volumetric), a compromise between the criteria and the dominant role of digital channels (up to 15% increase in the budget). The data obtained during the study confirm the potential use of NSGA-III for marketing planning tasks in the agro-industrial complex and can serve as a basis for making management decisions at agro-industrial enterprises. The results of the study prove that the NSGA-III algorithm has significant potential in improving marketing planning processes in the agro-industrial complex and supporting management decisions of enterprises. This approach allows for efficient use of resources in the agribusiness sector and increased competitiveness in the market.

Keywords: agro-industrial complex, multi-criteria optimization, NSGA-III, marketing strategies, Pareto front, digitalization.

References

1. Shulenbaeva F.A., Kamenova M.Zh., Daribaeva A.K., Shulenbaeva K.S. (2011) Voprosy organizatsii i razvitiya marketinga v agrarnom sektore Kazahstana [Issues of organization and development of marketing in the agricultural sector of Kazakhstan]. *Nauchnye Zapiski OrelGIJeT*, (2), 247–253 p. (in Russ).
2. Omarkhanova Z.M., Niyazbekova S.U., Varzin V.V., Kerimkhulle S.Y., Nurekenova E.S. (2022) Financial provision of the agro-industrial complex of Kazakhstan: problems and solutions. *Sustainable Agriculture: Circular to Reconstructive*, Vol. 2, 27–32p. (in Eng).
3. Madiyarova D.M., Tyuleneva T.A., Moldazhanov M.B., Amanbaeva A.A. (2020) Mekhanizm integratsii sel'skohozjajstvennogo sektora jekonomiki Kazahstana v ramkah EAJeS [Mechanism of integration of the agricultural sector of Kazakhstan within the EAEU]. *Estestvenno-gumanitarnye issledovaniya*, 4(30), 103–109p. (in Russ).
4. Syzdykov B.Sh., Sharipov A.K., Abilkassym A.B. (2020) Konkurentosposobnost' agropromyshlennogo kompleksa Turkestanskoy oblasti Kazahstana [Competitiveness of the agro-industrial complex of Turkestan region of Kazakhstan]. *Problemy agrorynka* (2), 89–99p. (in Russ).
5. Blinova Ju.Ju. (2015) Primenenie jekonomiko-matematicheskikh metodov v marketingovyh issledovaniyah [Application of economic-mathematical methods in marketing research].

Analiticheskie i finansovo-jekonomicheskie aspekty razvitija regional'noj jekonomiki. 216–219p. (in Russ).

6. Pershukov N.V., Karnadud O.S. (2019) *Matematicheskie modeli v marketinge* [Mathematical models in marketing]. In *Rossija molodaja*. 90731–90731p. (in Russ).
7. Ponomarenko K.V., Zatonskaja I.V. (2016) *Metody optimizacii marketingovoj strategii predprijatija* [Methods of optimization of enterprise marketing strategy]. In *Sovremennaja nauka: teoreticheskij i prakticheskij vzgljad*. 260–262p. (in Russ).
8. Garrido A. (2000) A mathematical programming model applied to the study of water markets within the Spanish agricultural sector. *Annals of Operations Research*. 105–123p. (in Eng).
9. Kozlovskiy S., Khadzhynov I., Lavrov R., Skydan O., Ivanyuta N., Varshavska N. (2019) Economic-mathematical modeling and forecasting of competitiveness level of agricultural sector of Ukraine by means of theory of fuzzy sets under conditions of integration into European market. (in Eng).
10. Laburtseva O., Larina Y., Nahorna O., Vinichenko S., Hordiienko V., Al-Shaban A.T.N. (2021) Development of a marketing strategy for enterprise financial growth. *Studies of Applied Economics*, 39(5). (in Eng).
11. Kovalchuk S.V., Kobets D.L., Zaburmekha Y.M. (2019) Modeling the choice of strategies of marketing management of enterprise personnel. *Natsional'nyi Hirnychiy Universytet. Naukovyi Visnyk*, (2), pp. 163–173. (in Eng).
12. Hung-Yi T. (2024, June) BP Neural Network Research on Enterprise Marketing Strategy Combination. In *2024 IEEE International Conference on Information Technology, Electronics and Intelligent Communication Systems (ICITEICS)*, pp. 1–5. IEEE. (in Eng).
13. Qiu J. (2021) An Enterprise Marketing Channel Optimization Strategy in the Context. In *The 2021 International Conference on Machine Learning and Big Data Analytics for IoT Security and Privacy: SPIoT-2021*, Vol. 97, p. 314. Springer Nature. (in Eng).
14. Qu L., Zhou Z., Zhang T., Zhang H., Shi L. (2019) An improved procedure to implement NSGA-III in coordinate waste management for urban agglomeration. *Waste Management & Research*, 37(11), pp. 1161–1169. (in Eng).
15. Yang M., Zhang B., Shi Z., Li J. (2025) A hybrid task allocation approach for multi-UAV systems with complex constraints: a market-based bidding strategy and improved NSGA-III optimization. *The Journal of Supercomputing*, 81(4), pp. 1–33. (in Eng).

Авторлар туралы ақпарат:

Әбілдаева Ж.Т. – хат-хабар авторы, Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық зерттеу техникалық университетінің бағдарламалық инженерия кафедрасының 3-курс докторанты. Алматы, 050013, Қазақстан.

Ускенбаева Р.К.- Т.ғ.д., Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық зерттеу техникалық университетінің профессоры, Сәтбаев көшесі 22в, Алматы, 050013, Қазақстан

Кальпеева Ж.Б. – PhD докторы, Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық зерттеу техникалық университеті, Сәтбаев көшесі 22в, Алматы, 050013, Қазақстан

Қоңырбаев Н.Б. - PhD докторы, жоба жетекшісі, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда Университетінің «Компьютерлік ғылымдар» БББ меңгерушісі, Абай 55, Қызылорда, Қазақстан

Дәуітбаева А.О. – т.ғ.к., Қорқыт Ата атындағы Қызылорда Университетінің қауымдастырылған профессоры, Абай 55, Қызылорда, Қазақстан

Абилдаева Ж.Т. - автор-корреспондент, докторант 3-го курса кафедры программной инженерии, Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева. Алматы, 050013, Казахстан.

Ускенбаева Р.К. - д.т.н., профессор, Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, ул. Сатпаева, 22в, Алматы, 050013, Казахстан.

Кальпеева Ж.Б. - PhD доктор, руководитель проекта, Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, ул. Сатпаева, 22в, Алматы, 050013, Казахстан.

Конырбаев Н.Б. - PhD доктор, руководитель проекта, заведующий кафедрой «Компьютерных наук», Кызылординский университет имени Коркыт Ата, ул. Абая, 55, Кызылорда, Казахстан.

Дәутбаева А.О. – кандидат технических наук, доцент, Кызылординский университет имени Коркыт Ата, ул. Абая, 55, Кызылорда, Казахстан

Abildaeva Zh.T. - author-correspondent, doctoral student of the 3rd year of the Department of Software Engineering, Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpaeva. Almaty, 050013, Kazakhstan.

Uskenbaeva R.K. - Ph.D., professor, Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpaeva, ul. Satpaeva, 22v, Almaty, 050013, Kazakhstan.

Kalpeyeva J.B. - PhD doctor, project manager, Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpaeva, ul. Satpaeva, 22v, Almaty, 050013, Kazakhstan.

Konyrbaev N.B. - PhD doctor, project leader, head of the Computer Science Department, Kyzylorda University named after Korkyt Ata, ul. Abaya, 55, Kyzylorda, Kazakhstan.

Dautbaeva A.O. - candidate of technical sciences, associate professor, Kyzylorda University named after Korkyt Ata, ul. Abaya, 55, Kyzylorda, K



Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).