

УДК 519.866:65.011:338.432

Самарська Д.О.  
студентка

Миколаївського національного аграрного університету

Домаскіна М.А.

кандидат економічних наук, доцент

Миколаївського національного аграрного університету

## ЗАСТОСУВАННЯ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ ГАЛУЗЕВОЇ СТРУКТУРИ АГРАРНИХ ПІДПРИЄМСТВ

### THE USE OF ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELING TO DETERMINE RATIONAL SECTORAL STRUCTURE OF AGRICULTURAL ENTERPRISES

#### АНОТАЦІЯ

В статті обґрунтовано необхідність застосування економіко-математичного моделювання для визначення раціональної галузевої структури аграрних підприємств. Підкреслено важливість знаходження оптимальної структури виробництва при виході сільгоспідприємств на зовнішній ринок. Окреслено особливості сільськогосподарського виробництва та труднощі, які виникають через це у процесі моделювання. Розглянуто основні класи моделей, що застосовуються для моделювання процесів аграрного виробництва. Показано практичне застосування економіко-математичних моделей.

**Ключові слова:** аграрне виробництво, моделювання, економіко-математичне моделювання, структура виробництва, оптимальна галузева структура, лінійне, параметричне, стохастичне моделювання.

#### АННОТАЦИЯ

В статье обоснована необходимость применения экономико-математического моделирования для определения рациональной отраслевой структуры аграрных предприятий. Подчеркнута важность нахождения оптимальной структуры производства при выходе сельхозпредприятий на внешний рынок. Определены особенности сельскохозяйственного производства и трудности, которые возникают из-за этого в процессе моделирования. Рассмотрены основные классы моделей, применяемых для моделирования процессов аграрного производства. Показано практическое применение экономико-математических моделей.

**Ключевые слова:** аграрное производство, моделирование, экономико-математическое моделирование, структура производства, оптимальная отраслевая структура, линейное, параметрическое, стохастическое моделирование.

#### ANNOTATION

The necessity of the use of economic and mathematical modeling to determine rational sectoral structure of agricultural enterprises, stressed the importance of finding an optimal production structure at the output of agricultural enterprises to foreign markets, outlines the specifics of agricultural production and the difficulties that arise from it in the simulation, the basic classes of models used for modeling processes of agricultural production, show the practical application of mathematical economic models.

**Keywords:** agricultural production, simulation, economic and mathematical modeling, the structure of production, the optimal industrial structure, linear, parametric, stochastic modeling.

**Постановка проблеми.** Формування раціональної структури виробництва в аграрних підприємствах забезпечує інтенсивний та продуктивний розвиток сільськогосподарського виробництва.

Сучасний стан розвитку аграрної сфери супроводжується структурними змінами частки

питомої ваги у валовій продукції сільського господарства на користь галузі рослинництва, відповідно, відбувається занепад тваринницької галузі. Зміна структури основних галузей, які забезпечували попит на сільськогосподарську продукцію на продовольчому ринку, призвели до знищення таких галузей, як м'ясне та молочне скотарство, свинарство та вівчарство.

Реформування аграрного сектора економіки України сприяло створенню багатогалузевої структури сільськогосподарських підприємств, які переважно спеціалізуються на тих видах продукції, що характерні для даного регіону, і забезпечують максимальний дохід та не враховують потреб регіону та держави у сільськогосподарських продуктах. Така конструкція внутрішньої будови аграрних підприємств призвела до негативних явищ: інтенсивно зменшуються обсяги виробництва та використання продукції, низькі її товарність та ефективність, втрачається експортний потенціал, підвищується збитковість сільського господарства, руйнується економічна та продовольча безпека держави. При подальшому такому розвитку подій та формуванні однобічної структури аграрних підприємств, ми отримуємо низьку конкурентоздатність та ефективність виробництва.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Теоретичні, методичні та практичні аспекти механізму підвищення ефективності аграрної сфери економіки, застосування раціональних способів організації сільськогосподарського виробництва розглянуто в працях В.Г. Андрійчука, П.І. Гайдучького, П.Т. Саблука, В.Я. Месель-Веселяка, М.Й. Маліка, М.М. Федорова та ін.

Питанням економіко-математичного моделювання виробничих процесів з метою їх оптимізації приділяли увагу такі вчені, як М.Є. Браславець, А.М. Гатаулін, Дж. Данциг, Л.В. Канторович, В.А. Кардаш, Р.Г. Кравченко, Е.Н. Крилатих, А.П. Курносов, С.А. Минюк, С.І. Наконечний, І.Г. Попов, С.С. Савіна, М.М. Тунєєв та ін. Проте, незважаючи на ваго-

мість доробку цих вчених, деякі питання потребують подальшого дослідження.

**Мета статті** полягає у дослідженні механізму формування організаційно-виробничої структури аграрних підприємств, удосконалення їх структури виробництва при виході на зовнішній ринок.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Економіко-математичні методи являють собою сукупність математичних методів (математичного програмування, теорії ймовірностей, теорії масового обслуговування, теорії ігор, мережевих методів, математичної статистики та ін.), що застосовуються при вирішенні різних економічних завдань в науці і практиці [1, с. 12]. Однак одержання будь-якого кількісного результату ще не дає підстав для його негайного використання в практиці планування та управління народним господарством. Необхідно зрозуміти якісну природу цього результату. Якщо цього не враховувати, то отримані рішення, будучи ідеальними з математичної точки зору, можуть виявитися зовсім неприйнятними з економічної. Якщо такі поняття, як «математичний екстремум» і «економічний оптимум», не збігаються, то результати економіко-математичних розрахунків будуть умовними, абстрактними і, отже, практично неприйнятними. Таким чином, при використанні економіко-математичних методів економічної теорії належить основна роль, а математики, математичного апарату – службова, допоміжна.

Існує об'єктивна необхідність теоретичного обґрунтування і розробки економіко-математичної моделі оптимізації галузевої структури аграрних підприємств. На сьогодні розроблено і впроваджується декілька моделей визначення раціональної структури виробництва.

Розвиток науки тісно пов'язаний з побудовою та використанням різних моделей. Під моделлю розуміється певний матеріальний чи подумки представлений об'єкт, який у процесі дослідження заміщає об'єкт-оригінал так, що його безпосереднє вивчення дає нове знання про об'єкт-оригінал. Необхідність використання методу моделювання викликана тим, що деякі об'єкти або явища досліджувати або зовсім не можна, або дорого – через великих витрат часу і ресурсів.

Математичне моделювання відкрило широкі можливості для вивчення економічних взаємозв'язків і закономірностей у багатьох галузях народного господарства. З появою математичного моделювання та ЕОМ виникла широка можливість експериментувати в різних галузях, в тому числі і в сільському господарстві.

Сільське господарство можна розглядати як велику вірогідну систему, яка обмінюється матеріальними, енергетичними та інформаційними потоками із зовнішнім середовищем. Ця система складається з ряду суспільних, технологічних та природних систем.

Володіючи всіма принциповими рисами великих систем, галузь сільського господарства має свої специфічні особливості, які відрізняють її від технічних систем. Однією з головних особливостей цієї галузі є те, що в якості головного засобу виробництва виступає земля.

Процес виробництва нерозривно пов'язаний з природними процесами розвитку живих організмів – рослин і тварин, життєдіяльність яких багато в чому залежить від природних явищ [2]. Іншими словами, на сільськогосподарське виробництво істотний вплив роблять умови фізико-географічні: кількість опадів, температура повітря, рельєф, хімічні та фізичні властивості ґрунту, чисельність шкідників (гризуни, сарана), хвороби рослин і тварин. Великі втрати несуть господарства різних категорій від стихійних природних явищ: ураганів, пожеж, повеней, посух, гроз та ін.

Не слід забувати про те, що виробництво сільськогосподарської продукції здійснюється на величезних площах, розосереджено по різних кліматичних зонах і йому властива сезонність робіт.

Сільське господарство, як галузь суспільного виробництва, розвивається по загальним економічним законам, але відрізняється від інших галузей матеріального виробництва соціально-економічною природою, засобами і умовами виробництва, виробленою продукцією. Ці особливості сільськогосподарського виробництва необхідно враховувати при математичному моделюванні економічних процесів.

У сільському господарстві застосування економіко-математичних методів в порівнянні з промисловістю має ряд додаткових труднощів. Через багатогалузевий характер в сільському господарстві необхідно використовувати велику кількість змінних зі складною системою обмежень, у зв'язку з чим модель має дуже велику розмірність.

Більшість кількісних залежностей в сільськогосподарському виробництві носить нелінійний характер і мінливість параметрів у великих межах, що також ускладнює використання економіко-математичних методів. Крім того, в господарствах відсутнє багато нормативних матеріалів, необхідних для застосування економіко-математичних методів [3].

Структура і складність математичної моделі сільськогосподарських процесів пов'язана з інформацією. Залежно від завдання і об'єкта, для якого має бути побудована модель, необхідно визначити характер і обсяг інформації, джерела її збору та методи обробки. Оптимальне рішення можна визначити завдяки точним і достовірним даним, які доступні для користувача і отримані не пізніше призначеного моменту часу.

Для впровадження моделей у виробництво необхідно досліджувати природні особливості та соціально-економічні процеси в регіоні, оскільки кількість і якість інформації багато в

чому визначають адекватність моделі реальної ситуації.

Більш традиційним і вивченим в нашій країні є використання моделювання для вибору стратегічних напрямів розвитку агропромислового комплексу. Для цього використовуються моделі програмно-цільового планування з метою опису стратегічних рішень, а також динамічні моделі розвитку продуктових чи територіальних підкомплексів АПК. У плановій економіці перераховані моделі дозволяли здійснювати вибір напрямів розвитку та доводилися до виконавців у вигляді планів.

За роки реформ в аграрному секторі відбулися істотні зміни. Змінилися економічні, фінансові та правові умови господарювання. Сформувався коло сільськогосподарських товаровиробників, що відрізняються різноманітними форм власності й господарювання. На базі реорганізованих радгоспів і колгоспів створено інші господарюючі суб'єкти: акціонерні товариства, товариства, сільськогосподарські виробничі кооперативи та інші організації нових організаційно-правових форм. Пайовий розділ землі і майна призвів до втрати державної монополії на землю та інші засоби виробництва. Домінуюче положення зайняв приватний сектор.

Одним з елементів аграрної реформи був перерозподіл земель. Площа фермерських господарств щодо площі всіх сільськогосподарських угідь зросла до 12,1%, а особистих підсобних господарств – до 11,7%. Розподіл площ відбувалося в основному в ході реформування сільгоспідприємств шляхом передачі працівникам їхніх земельних паїв.

Загальне скорочення посівних площ, зниження родючості ґрунтів, нестача сільськогосподарської техніки, несприятливі погодні умови призвели до кризового стану сільського господарства.

Економічна криза самим негативним чином позначилася на чисельності худоби, збитковість тваринництва не сприяла збереженню поголів'я. За роки реформ в цілому наявність великої рогатої худоби скоротилася на 59%, свиней – на 66%, овець та кіз – в чотири рази.

Менше постраждало молочне стадо, поголів'я корів зменшилося на 41%, поголів'я коней – на 42%. Таке зниження поголів'я відбулося в основному на сільгоспідприємствах. Чисельність худоби на фермах в порівнянні з дореформеним періодом зменшилася в три-шість разів. Вівці та кози в колективних господарствах були практично ліквідовані, від колишньої отари залишилося 4%.

Скорочення поголів'я в окремі періоди не уникли і господарства населення, хоча темпи падіння були не настільки істотними, як в сільськогосподарських підприємствах. Свою негативну роль в скороченні поголів'я худоби зіграло погіршення кормової бази, обумовлене скороченням посівних площ. У зв'язку з різними темпами росту змінилася структура

виробництва основних продуктів скотарства за категоріями господарств. Основна маса м'ясо-молочної продукції виробляється господарствами населення.

У сформованій ситуації необхідні такі математичні моделі функціонування АПК, які будуть враховувати інтереси і особливості поведінки різних учасників ринку.

Перехід агропромислового комплексу на ринкові відносини привів до того, що на підприємствах відбувалися процеси інтеграції та диференціації виробництва. У цей період з'явилися нові підприємства. Багато господарств припинили своє існування.

Тому, крім моделювання виробничих процесів окремих підприємств, інтерес викликають моделі функціонування груп господарств у межах адміністративних утворень і регіону. Іншими словами, велике значення набуває вирішення завдання побудови різномасштабних оптимізаційних моделей.

На рівні підприємств зараз дуже актуальні проблеми модельного опису різних інституційних перетворень, реорганізації, об'єднання організацій (поглинання, злиття) і проектування інтеграційних утворень.

Розвиток на сільськогосподарських підприємствах декількох галузей передбачає розробку оптимізаційних моделей з скотарства і рослинництва.

Оптимізаційні моделі по філіях, або узагальнені моделі, доцільно становити для підприємств, які здійснюють інтеграційні заходи щодо об'єднання з іншими господарствами.

Для великих господарств зі стабільним виробництвом можуть бути використані моделі у вигляді задач лінійного і параметричного програмування. Останні моделі на відміну від завдань лінійного програмування дозволяють прогнозувати розвиток підприємств.

Оскільки змінні, що входять в моделі, мають як вірогідну, так і детерміновану природу, в додатках необхідно орієнтуватися на моделі, засновані на стохастичних задачах математичного програмування. При неповній інформації та попередній оцінці виробничих процесів рекомендується використовувати завдання лінійного програмування.

Зважаючи на перерозподіл виробництва, нарощування продукції фермерськими господарствами та господарствами населення, необхідно розробляти моделі, що враховують особливості дрібних господарств.

У ході економічних реформ в аграрному секторі здійснено земельні перетворення, створено основи багатоукладної економіки, правові та організаційні умови для функціонування ринкових форм власності і господарювання.

Однак господарська система аграрного сектора показала свою невідповідність до функціонування в ринкових умовах, що підтверджується динамікою показників, які відображають спад за основними видами сільськогосподарської продукції.

Одним з напрямків виходу зі сформованої ситуації є використання задач математичного програмування, що дозволяють оптимізувати сільськогосподарське виробництво, оцінювати перспективу розвитку підприємств, раціоналізувати ресурси. Для цього необхідно аналізувати інформацію, виявляти особливості виробничих процесів, на основі яких виділяти адекватні моделі, що поліпшують ефективність роботи кожного господарства, групи підприємств, муніципальних утворень або регіону.

Сільське господарство належить до числа складних економічних систем.

Розглянута галузь має ряд специфічних характеристик, що відрізняють її від інших галузей народного господарства, тому при моделюванні дуже важливо правильно вибрати модель, яка враховує особливості не тільки сільськогосподарського виробництва, а й умови, в яких воно існує.

Математичному моделюванню сільськогосподарських процесів присвячена численна література.

У період планової економіки велася активна робота по створенню і впровадженню математичних моделей в сільське господарство. Протягом багатьох років вирішувалися різні завдання із застосуванням оптимізаційних методів: визначення оптимального складу МТП, кормів, структури господарств та ін.

Існує велика різноманітність економіко-математичних моделей. Найбільш великий клас моделей, що застосовуються на практиці, відносяться до оптимізаційних, які засновано на методах математичного програмування. Дані моделі призначені для вибору найкращого варіанта з певного числа варіантів виробництва, розподілу чи споживання.

Оптимізаційна задача – це економіко-математична задача, яка полягає в знаходженні оптимального (максимального чи мінімального) значення цільової функції. Причому значення змінних повинні належати деякій області допустимих значень.

В результаті рішення оптимізаційної задачі відшукується такий варіант, який при заданих умовах забезпечує досягнення екстремального значення обраного показника, що відображає реалізацію поставленої мети. Цей показник називають критерієм оптимальності. Математичний критерій оптимальності формується у вигляді деякої цільової функції.

Математична модель оптимізаційної задачі включає в себе основні елементи:

1) змінні, або керовані параметри процесу – набір невідомих величин, чисельні значення яких визначаються в ході рішення і дають досить конкретні і деталізовані вказівки з раціональної організації процесу;

2) обмеження задачі, що представляють собою символічний запис обов'язкових умов організації даного процесу. Як правило, обмеження мають вигляд лінійних нерівностей або

рівнянь. Економічний сенс обмежень різноманітний і залежить від змісту завдань. Найбільш характерні з обмежень:

3) завдання по обсягу виробництва;

4) обмеження на обсяг використовуваних ресурсів.

Обмежень першого і другого типів в задачі може бути безліч: по кожному виду матеріалів, палива, енергії, обладнання, чисельності працівників, фінансового ресурсу, потужності підприємств і т. д.

За агрегуванням оптимізаційні моделі можуть бути розділені на мікро- та макроекономічні. Прикладом макромоделі може служити задача оптимізації функціонування регіону.

Крім завдання функціонування і розвитку регіону, до макроекономічних моделей можна віднести завдання розвитку адміністративних муніципальних утворень і територій за ознакою однорідності економічного потенціалу. Зокрема, розподіл сільськогосподарської зони області на периферійну, агроадаптивну і припромислову території передбачає побудову моделей ведення сільськогосподарського виробництва для виділених частин регіону.

Таким чином, макроекономічні моделі можна розглядати у вигляді ієрархії: регіональні, територіальні, районні та кластерні, або групові.

Найпоширенішим класом серед оптимізаційних моделей, що застосовуються в додатках, є завдання лінійного програмування. З їх допомогою визначається структура сільськогосподарського виробництва підприємства і його галузей, скотарства та рослинництва. Крім того, на основі завдань лінійного програмування оцінюються кормовиробництво і розподіл посівних площ на різному рівні ієрархії, від підприємства до муніципального освіти і регіону, і структура стада. Проте використання лінійних оптимізаційних моделей обмежене низкою умов, тому вони вирішують, як правило, приватні задачі.

Недоліки задач лінійного програмування частково усувають спеціальні завдання лінійного програмування: транспортне, цілочисельне, параметричне та ін.

Транспортна задача може розглядатися як доповнення до моделі оптимізації машинно-тракторного парку або мати самостійне значення. Моделі, пов'язані з перевезенням продукції, описують процеси різного масштабу: в межах одного підприємства, між господарствами, в адміністративному муніципальному освіті, в межах області та з урахуванням зовнішніх ринків збуту. Дуже важливою є транспортна задача для прибуткових господарств віддалених утворень області, що не мають на невеликих відстанях стабільних споживачів сільськогосподарської продукції.

Завдання цілочисельного програмування застосовуються, наприклад, для оптимізації машинно-тракторного парку.

Крім оптимізації машинно-тракторного парку, цілочисельні задачі математичного про-

грамування знайшли поширення при оптимізації поголів'я різних видів тварин і птиці.

У завданнях параметричного програмування коефіцієнти при змінних в обмеженнях і цільовій функції залежать від деякого параметра. Якщо в якості такого параметра прийняти час, то оптимізаційна модель буде враховувати тимчасові зміни даних.

Завдання параметричного програмування у наведеній інтерпретації дає можливість оцінювати розвиток підприємства чи галузі в часі. Іншими словами, за допомогою параметричної моделі оцінюють майбутні ситуації або визначаються прогностичні результати.

Не завжди коефіцієнти при змінних в обмеженнях і цільовій функції лінійно залежать від параметра. Зокрема, потенціал отримання врожайності в тій чи іншій фізико-географічній зоні обмежений деякою верхньою межею. У цьому випадку використовуються тренди у вигляді асимптотичних функцій.

Крім асимптотичних функцій для опису виробничих характеристик з верхньою межею, застосовується логістична функція, яка визначається з диференціального рівняння.

Трендові моделі з верхніми межами точніше відображають тенденції збільшення виробництва продукції скотарства та рослинництва для підприємств із стійким прибутковим виробництвом.

У випадку, коли в оптимізаційній моделі цільова функція або обмеження описуються виразами нелінійного виду, її відносять до класу задач нелінійного програмування. Застосування задач нелінійного програмування при аналізі інформації за багаторічний період утруднене насамперед недостатністю даних. За останні роки тенденції спаду виробництва змінюються незначними підйомами. У більшості випадків змінні, що входять в оптимізаційні моделі, характеризуються невизначеністю різного ступеня. Важко оцінити вид цільової функції та обмежень, тому при вирішенні практичних завдань використовуються оптимізаційні моделі в умовах невизначеності та зі змінними ймовірностями.

При наявності в оптимізаційній моделі детермінованих і випадкових змінних її розглядають як задачу стохастичного програмування.

В особливий клас завдань слід віднести стохастичні моделі сільськогосподарського виробництва з урахуванням екстремальних природних явищ. Дослідження повеней, посух, злив, гроз, сильних вітрів, заморозків, термінів випадання раннього снігу приводять до висновку, що майже щорічно сільськогосподарські території піддаються впливу гідрологічних і метеорологічних стихій. Оптимізаційні моделі, що враховують в цільовій функції і обмеженнях оцінки впливу екстремальних явищ природних, мають перевагу перед традиційними моделями, в структуру яких не входять гідрометеорологічні характеристики.

Таблиця 1

### Класифікація моделей процесів сільськогосподарського виробництва

Ознака	Вид моделі
За ступенем агрегування	Макроекономічні
	Мікроекономічні
За характером взаємозв'язку між змінними	Задачі лінійного програмування
	Задачі нелінійного програмування
За залежністю від деяких параметрів	Задачі параметричного програмування
За характером зміни змінних	Цілочисельні задачі лінійного програмування (дискретні)
За наявністю інформації про змінні	Детерміновані
	Стохастичні
	Задачі в умовах невизначеності

\* Складено на основі вивчення літературних джерел

Оптимізаційні моделі, як правило, включають в себе інші моделі: трендові, імовірнісні, економетричні, авторегресійні, циклічні та ін.

Відзначимо, що наявність різноманітного числа оптимізаційних моделей показала своє теоретичне і практичне значення при оцінці стану та розвитку сільськогосподарського виробництва ієрархічних структур різного рівня. В умовах різко континентального клімату рекомендується використовувати моделі виробничих процесів, що враховують вплив на виробництво екстремальних природних явищ. Через те, що оптимізаційні моделі в багатьох випадках описують масштабні й складні процеси, вони включають в себе інші види моделей. Різноманітність застосовуваних методів моделювання підвищує адекватність і точність результатів.

Перед нами стояла задача визначити раціональну структуру виробництва у досліджуваному господарстві. Оскільки господарство займається лише вирощуванням рослинницької продукції, ми розв'язали задачу оптимізації посівних площ з урахуванням вимог ринку та необхідності створення умов для виходу підприємства на зовнішній ринок.

Для того щоб у керівництва підприємства була можливість для вибору, нами запропоновано декілька варіантів розв'язання поставленої задачі. Запропоновані зміни у структурі виробництва дозволять змінити ефективність господарювання.

За першим варіантом моделі очікується збільшення грошової виручки на 3 225,1 тис. грн. В той же час відбудеться зменшення собівартості виробленої продукції на 348,1 тис. грн. Це у підсумку дозволить отримати додатковий прибуток у розмірі 3 573,2 тис. грн. При цьому рівень рентабельності становитиме 67,1%, що на 37,1% вище існуючого рівня.

За другим варіантом моделі очікується збільшення грошової виручки на

З 183,9 тис. грн. В той же час відбудеться зменшення собівартості виробленої продукції на 601,2 тис. грн. Це у підсумку дозволить отримати додатковий прибуток у розмірі З 785,1 тис. грн. При цьому рівень рентабельності становитиме 71,1%, що на 31,0% вище існуючого рівня.

Отже, зміна структури виробництва у господарстві дозволить вирощувати більш рентабельну продукцію, тим самим підвищити ефективність виробництва. Це також дасть можливість господарству вийти із своєю продукцією на зовнішній ринок.

**Висновки.** Створення різних моделей та їх застосування на ряді сільськогосподарських підприємств показує великі практичні можливості моделювання з виявлення резервів виробництва, раціоналізації пунктів збуту і поліпшення економічних показників роботи підприємства. Оптимізаційні моделі дозволяють вирішувати завдання від тактичних (транспортна завдання окремого підприємства) до стратегічних (задача міжгалузевого балансу країни).

Різноманітні оптимізаційні моделі показали своє теоретичне і практичне значення при оцінці стану й розвитку сільськогосподарського виробництва структур різних рівнів ієрархії, вони дозволяють не тільки оптимізувати сільськогосподарські процеси, а й прогнозувати розвиток стійких підприємств.

#### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Браславец М.Е. Экономико-математические методы в организации и планировании сельскохозяйственного производства / М.Е. Браславец. – М. : Экономика, 1971. – 358 с.
2. Макаренко П.М. Оптимальное поеднання галузей в сільськогосподарських виробничих кооперативах за допомогою економіко-математичного програмування / П.М. Макаренко, О.М. Остапенко // Вісник Дніпропетров. держ. аграр. ун-ту. – 2008. – № 1. – С. 131–136.
3. Гуроров А.О. Визначення оптимального розміру землекористування сільськогосподарських підприємств / А.О. Гуроров // Економіка АПК. – 2009. – № 4. – С. 55–62.
4. Кардаш В.А. Модели управления производственно-экономическими процессами в сельском хозяйстве / В.А. Кардаш. – М. : Экономика, 1981. – 184 с.